ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN — POLONIA
VOL. I, Nr 2 SECTIO E 1947

Z Zakładu Gleboznawstwa Wydziału Rolnego U. M. C. S. w Lublinie
Kierownik: Zast. Prof. Dr Inż. Bohdan Dobrzański

Bohdan Dobrzański

Studia gleboznawcze nad lessami północnej krawędzi Podola

(Pedological investigations of loess on the northern margin of Podolia)

SPIS RZECZY

		Strona
	Wstęp	2
I.	Ogólne wiadomości o lessie	4
II.	Metody badań własnych	7
	a) Badania terenowe	7
	b) Badania laboratoryjne	9
III.	Podział i charakterystyka lessu	20
	a) Less typowy - normalny	24
	b) Less piaszczysty	30
	c) Less ilasty	31
IV.	Wpływ podłoża lessowego na charakter gleb	45
V.	Końcowe wnioski	52
VI.	Spis literatury	53
VII.	Streszczenie	56
VIII.	Wykaz profili lessowych	58

WSTĘP *)

Spośród czynników wpływających na kształtowanie się gleby niejednokrotnie decydujący wpływ wywiera skała macierzysta, z której gleba powstała. Podłoże nierzadko wyciska tak przemożne piętno na charakterze i własnościach gleby, że inne czynniki glebotwórcze zostają zepchnięte na dalszy plan, względnie prawie nie uzewnętrzniają swego wpływu. Jako przykład mogą posłużyć rędziny, których nasz bielicujący czyli humidowy klimat nie może przemienić w bielice, dzięki specyficznym własnościom podłoża tych gleb.

Na glebę wpływają zarówno chemiczne jak i fizyczne własności skały macierzystej. Znaczenie składu chemicznego podłoża jest powszechnie uznawane, natomiast fizyczne właściwości skały macierzystej zbyt często bywają niedoceniane, lub zupełnie nieuwzględniane. Tymczasem owe fizyczne własności podłoża w bardzo silnym stopniu decydują o kształtowaniu się profilu gleby, oraz o przydatności rolniczej i wydajności gleby.

Posiadamy wiele gleb, których niekorzystne właściwości wodne i przestrzenne są wynikiem niewłaściwych cech podłoża glebowego. Za przykład może posłużyć less, któremu niniejsza praca będzie poświęcona. Utarło się w rolnictwie i nauce melioracji błędne przeświadczenie, że wszystkie gleby powstałe na utworach lessowych posiadają doskonałe własności: są przewiewne, przepuszczalne, o wysokiej wartości użytkowej, a melioracja tych gleb jest zbędna i bezcelowa. W rzeczywistości rzecz przedstawia się odmiennie. Pewna bowiem ilość polskich lessów posiada wadliwe stosunki wodno-powietrzne, czego dowodem są przeprowadzone z dodatnim skutkiem melioracje gleb nalessowych. Kwestia melioracji niektórych odmian gleb lessowych okazała się tak aktualną, iż uruchomiono na tych glebach doświadczalne stacje melioracyjne (39). Błędne rozpowszechnione mniemanie o dobrych własnościach wszystkich gleb lessowych pochodzi prawdopodobnie z braku wszechstronnego opracowania skały lessowej.

---

* Praca niniejsza została napisana przed rokiem 1939.

Przy charakteryzowaniu lessu zwracano dotychczas uwagę na jego skład chemiczny i mechaniczny oraz na niektóre cechy morfologiczne jak barwę, łupliwość w pionowe słupy itp. Nie zwracano natomiast uwagi na to, że materiał choć genetycznie lessowy może posiadać znaczne różnice we własnościach fizycznych. Brak wszechstronnej charakterystyki odmian skały lessowej doprowadził niektórych autorów (20, 21) do zaprzeczenia istnienia lessów na terenach zajętych przez utwór lessowy.

W czasie moich badań gleboznawczych w 1937 i 1938 roku na północnej krawędzi Podola zebrałem, celem przeprowadzenia specjalnych studiów, bogaty materiał lessowy ze 130 profili. Zarówno studia terenowe, jak i badania laboratoryjne prowadzono pod kątem stwierdzenia istotnych różnic pomiędzy lessami, jako też wyróżnienia w obrębie lessu specjalnych odmian. Przy tej sposobności porównano szereg metod badawczych celem ustalenia ich użyteczności przy badaniu i charakteryzowaniu lessów.

I. OGÓLNE WIADOMOŚCI O LESSIE

Analizując fachową literaturę o lessach, spostrzegamy bardzo znaczną rozbieżność poglądów zarówno odnośnie pochodzenia, jak i powstawania lessów. Po krytycznym przeglądzie tego obfitego materiału okazuje się, że większość autorów wysnuła swe teorie o pochodzeniu lessu, opierając się na podstawie obserwacji regionalnych tylko zjawisk, generalizując je kategorycznie. Na tej to drodze powstało ponad dwadzieścia hipotez o powstawaniu lessu (42).

W ostatnich czasach daje się jednak już zauważyć tendencja autorów do pewnego rodzaju kumulacji tych rozbieżnych teorii. Ustalono już bowiem zgodnie z tezą Richthofena (38), że w ostatecznym etapie materiał lessowy został odłożony przez wiatr. Natomiast odnośnie wyjściowego pochodzenia materiału i sposobu jego transportu w początkowych etapach, zdania uczonych są jeszcze podzielone. Część autorów jak Kaiser, Obruczew (36) przypisują pochodzenie europejskich lessów afrykańskim, bądź azjatyckim materiałom, przesortowanym i przyniesionym drogą eoliczną. Grahmann (9) uważa, że początkowo materiał lessowy osadziły wody lodowca, a następnie wiatr przesortował go i odłożył w formie pokładów. Nieustrujew (34), podobnie jak szereg innych autorów, jest zwolennikiem wodno-napływowego pochodzenia lessu.

Spośród wszystkich teoryj o pochodzeniu europejskiego lessu najwięcej zwolenników znajduje teoria eolicznego pochodzenia z materiału wywianego z lądolodu. Za tworzeniem się pokładów lessu w okresach międzylodowcowych przemawia istnienie różnowiekowych (3—4) złóż lessu (46), odpowiadających ilości zlodowaceń na terenie europejskim. Odkładanie produktów lodowcowych w złoża lessu musiało być uwarunkowane odpowiednim klimatem. Po każdorazowym cofnięciu się lodowca stopniowo powstawała tundra, a za nią następował step, wreszcie pastwiska i lasy. Następnie klimat oziębiał się i kolejność była odwrotna, od lasu ku tundrze i zlodowaceniu.

Za powstaniem europejskich lessów z produktów lądolodu przemawia również obserwacja zjawisk, zachodzących w dzisiejszych czasach na północy. W tym względzie przytacza bardzo ciekawy materiał Nordenskjöld (33). Porównuje on zebrany przez siebie materiał na przedpolu lodowca grenladzkiego, z materiałem lessowym Austrii i Węgier, zanalizowanym przez Atterberga.

Skład mechaniczny	Materiał grenlandzki	Less z Heiligenstatt	Less z Węgier
> 0,2 mm	1,5%	2,4%	1,1 %
0,2 — 0,06 „	48,1 „	25,4 „	33,3 „
0,06— 0,02 „	40,9 „	43,4 „	45,5 „
0,02— 0,002 „	7,9 „	15,6 „	10,7 „
0,002 „	1,6 „	11,6 „	9,4 „
Dolna granica plastyczności	25	19	20

Jak z przytoczonych liczb wynika, istnieje wyraźne podobieństwo pomiędzy materiałem grenlandzkim, a lessami środkowej Europy.

Do poznania polskich lessów przyczynił się w dużym stopniu J. Tokarski (46, 47, 48, 49). Ten zasłużony uczony zastosował w swych badaniach bardzo ciekawą metodę, opartą na oznaczaniu zdolności adsorbcyjnej i średniej wielkości ziarna lessu (46). Określenie średniej wielkości ziarna lessu wykonywano pod mikroskopem, a siłę adsorbcyjną mierzono za pomocą błękitu metylenowego. Na podstawie uzyskanych danych badacz ten ustalił dla badanych przez siebie lessów tzw. „isogramy", „isoadorbenty" i „isodromy". Następnie, posługując się t. zw. „isoarytami", przedstawił on graficznie panujący kierunek wiatru w czasie odkładania się lessu i stratygrafię podolskich lessów. Z badań tych wynika, że podolskie lessy pochodzą z czterech okresów zlodowacenia europejskiego, a dominującym kierunkiem wiatru był kierunek północno-zachodni. Należy się spodziewać, że przy zastosowaniu metody Tokarskiego nauka w najbliższym czasie rozstrzygnie ostatecznie genezę i sposób odkładania się wszystkich lessów występujących na obszarze Polski.

Na podstawie własnych obserwacji w terenie i badań, wykonanych w terenie i w laboratorium, jakoteż i na podstawie literatury dochodzimy do wniosku, że większość polskich lessów pochodzi z okresu lodowcowego. Jednakowoż nie bez znaczenia wydaje się być transport materiału pochodzenia pustynnego, o czym świadczy osadzony pył w 1928 r., a w skromniejszych ilościach i na małym obszarze w 1939 r. Dokładne badania terenowe okolic podgórskich i terenów przyległych do nich od północy wskazują na wpływ materiału krajowego, pochodzącego ze zwietrzenia fliszu karpackiego.

Przecinając teren od Rzeszowa ku południowi do Karpat, zaobserwowałem w pokładach lessowych znaczną przymieszkę produktu, pochodzącego z rozkładu drobnoziarnistych piaskowców (34). Im bliżej Karpat, tym więcej widzimy w pokładach lessowych miki

blaszkowatej postaci, tak charakterystycznego składnika piaskowców fliszu karpackiego. Sortowanie i transport drobnych produktów wietrzenia piaskowców należy przypisać wodzie i wiatrom, bądź wyłącznie suchym wiatrom. Wielkość cząstek zwietrzałego i przesortowanego materiału ściśle odpowiada charakterystycznej dla lessu frakcji cząstek o średnicy 0.05—0.01 mm. Pomijając wszelkie inne względy, już z przytoczonego poglądu na pochodzenie lessu wynika logiczny wniosek, że lessy polskie muszą różnić się pomiędzy sobą własnościami i że należy te własności jak najdokładniej poznać i ująć w liczbowe ramy.

Nazwą lessu (Löss, Loess, less) jest powszechnie określana skała jasno-żółta (paliowa), o drobno porowatej strukturze, z tendencją do słupowej łupliwości. Główny składnik lessu stanowi kwarc (60—70%), glinokrzemiany (10—20%), kalcyt (8—10%), limonit i w nieznacznym procencie minerały ciężkie. W lessie typowym przewagę stanowią cząstki o średnicy 0,05—0.01 mm (24).

Wysoka wartość typowego-normalnego lessu jako skały macierzystej polega głównie na jego dobrych własnościach fizycznych (przepuszczalność, przewiewność), oraz na jego składzie mineralogicznym, złożonym z: martwego kwarcu, trudno rozkładających się glinokrzemianów (daje subst. glinową) i bardzo łatwo rozpuszczalnego węglanu wapnia, rozmieszczonego równomiernie w całej masie. To wszystko czyni z lessu skałę czynną i jako podłoże dla gleb doskonałą. W chemiźmie lessu zaznacza się stosunkowo duża ilość potasu, przy bardzo małej ilości fosforu. Tak przedstawia się less typowo-eoliczny.

Inny charakter posiada less, który został odłożony do basenu wodnego, lub uległ wtórnemu przemieszaniu. Już z przeglądu pracy Scheidiga (42) wynika jasno, że pod pojęcie lessu bywa podciągnięty materiał o różnorodnych własnościach. Nierzadko więc można spotkać się z omawianiem lessu, który nim nie jest nawet z punktu widzenia jego genezy (34).

Badane przeze mnie tereny lessowe nie były dotychczas szczegółowo opracowane. Wprawdzie w „Atlasie geologicznym Galicji" M. Łomnickiego (19) uwidoczniono na zbadanym przeze mnie terenie zasięg lessu, jednakowoż bez podania bliższej charakterystyki zalegającego lessu. Sł. Miklaszewski na „Mapie gleb polskich" (25) zakreśla na omawianym terenie czarnoziemy, w tekście zaś jego książki „Gleby Polski" (26) znajdujemy wyjaśnienie, że skałę macierzystą stanowi less. Jednak ze względu na skalę opracowania i w tym przypadku less nie został dostatecznie scharaktery-

zowany. Wydana w 1933 r. przez W. Łozińskiego „Mapa gleb województwa tarnopolskiego" (skala 1 : 100 000 (20) nie uwidacznia na omawianym terenie zasięgu lessu. Dopiero późniejsze zdjęcie geologiczne A. Tokarskiego (43) oraz mapa gleboznawcza wykonana pod kierownictwem i przy współudziale A. Musierowicza (27) wykazały niezbicie obecność pokładu lessowego.. Jak wynika z przytoczonej literatury, less północnej krawędzi Podola nie był dotychczas wyczerpująco opracowany. Na podstawie przytoczonych faktów można było snuć przypuszczenia, że na terenie północnej krawędzi Podola występują różne odmiany lessu. Ażeby wspomniane przypuszczenie wyjaśnić i poprzeć materiałem rzeczowym, lessy północnej krawędzi Podola poddano w tej pracy szczegółowym badaniom terenowym i laboratoryjnym.

II. METODY BADAŃ WŁASNYCH

W celu przeprowadzenia studiów nad lessami północnej krawędzi Podola wykonano badania: a) terenowe i b) laboratoryjne.

a) Badania terenowe

Terenowe badania posłużyły w pierwszym rzędzie do zgromadzenia odpowiedniego materiału dla opracowania laboratoryjnego. Poza tym umożliwiły one poznanie morfologicznych cech poszczególnych odmian skały lessowej, jako też różnych wariantów gleb nalessowych.

Obszar jaki został szczegółowo zbadany, możnaby zamknąć w czworoboku: Złoczów—Olesko, Olesko—Pieniaki, Pieniaki—Zborów, Zborów—Złoczów. Administracyjnie połać ta należy do powiatów Złoczów, Zborów i Brody. Jest to wycinek północnej krawędzi Podola z przejściem do właściwego Podola. Materiał lessowy zebrano również i z innych okolic północnej krawędzi Podola.

Północna krawędź Podola stanowi granicę pomiędzy dwiema odmiennymi krainami, jakimi są niż sarmacki i płaskowyż podolsko-wołyński. Obie te krainy różnią się znacznie pomiędzy sobą rzeźbą terenu, stosunkami hydrologicznymi, klimatycznymi, a także geologicznymi i glebowymi. Nic też dziwnego, że w plastyce tych dwu krain widzimy tak znaczne różnice. Uzasadnieniem przyczyn tych różnic (18) jest bowiem fakt, że niż sarmacki stanowił ongiś dno lądolodu, a płaskowyż podolski narastał podówczas w pokłady lessu. Potężny lodowiec oparł się o północną krawędź Podola i uwidocznił

na niej swe niszczycielskie dzieło. Tym też tłumaczymy nagłe, strome przejście niżu sarmackiego w wyżynę podolską. Stąd również powstały liczne zatoki i załomy, oraz odosobnione oderwania wyspowe. Działanie lodowca uzupełniły potężne wody polodowcowe. W późniejszych czasach niemały wpływ na fizjografię i kształtowanie się gleb krawędzi wycisnęły procesy deluwialne, którym sprzyjało strome nachylenie zboczy. Krawędź Podola stanowi dział wodny dla rzek, z których część należy do zlewiska morza Bałtyckiego, a część zmierza do morza Czarnego.

Miejsca płaskie i słabo nachylone zbocza wschodnie, północne i częściowo południowe, są przeważnie pokryte lessami. Ze stromych zboczy pokrywa lessowa została zdarta, odsłaniając pokłady litotamniowe, a czasami i te ustąpiły miejsca kredzie senońskiej.

Na północnej krawędzi Podola panuje klimat humidowy (28), sprzyjający degradacji gleb, co też powoduje, że wszystkie gleby lessowe noszą wyraźne ślady tego procesu. Bielicujące działanie klimatu zostało potęgowane degradującym działaniem lasów (szczególnie lasów bukowych). Poczynając od północy (na badanym terenie), less występuje na równoległych grzędach, biegnących z zachodu ku wschodowi, a następnie przechodzi większymi płatami w dominującą pokrywę lessową Podola.

Podczas pracy terenowej zbadano 130 profili lessowych. W pracy korzystano z naturalnych odsłonięć i specjalnie wykopanych odkrywek. Próbki lessu pobierano poniżej poziomów glebowych aż do opoki litotamniowej lub kredowej. Głębokości pobierania próbek nie ustalono z góry, a brano próbkę z każdego wyróżniającego się odrębnymi cechami pokładu. Na pozór jednorodne profile, na podstawie struktury, układu, składu mechanicznego, barwy, nowotworów i innych cech morfologicznych, dawały się podzielić na piętra i warstwy.

W typowych lessach oznaczano przepuszczalność wprost na miejscu badań. Bardziej charakterystyczne próbki lessu pobierano w nienaruszonej strukturze do specjalnych stalowych pierścieni celem późniejszego-laboratoryjnego oznaczenia porowatości, kapilarnej pojemności, względnie współczynnika przepuszczalności.

Wszystkie profile lessowe szczegółowo opisano. Opisów tych nie podajemy w niniejszej pracy, a podajemy tylko wykaz profili, z uwzględnieniem nazwy miejscowości, wysokości n. p. m. i numeru profilu. Szczegółowe opisy odkrywek posłużą wyłącznie jako przykłady przy omawianiu poszczególnych odmian lessu i powstałych na nich gleb.

b) Badania laboratoryjne

Badania laboratoryjne objęły wszechstronne opracowanie zebranych w terenie próbek lessu. W pracy laboratoryjnej zastosowano szereg metod, by móc wybrać spośród nich te, które najlepiej pozwoliłyby na scharakteryzowanie różnic występujących pomiędzy poszczególnymi odmianami lessu. Zastosowane metody badań możnaby ująć w grupę analiz chemicznych, fizycznych i fizyko-chemicznych.

Spośród chemicznych analiz wykonano oznaczenie w wyciągu 20% HCl: SiO_2, CaO, MgO, Fe_2O_3, Al_2O_3, K_2O, P_2O_5 i SO_3. Analiza całkowita objęła oznaczenie SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3, CaO i MgO. Prócz tego celem stwierdzenia stopnia zwietrzenia lessów oznaczono ilość kaolinu, krzemionki zeolitowej i innych składników. Stopień zwietrzenia lessu i zawartość substancji glinowej przeprowadzono sposobem podanym przez Cernescu (4). Zawartość kaolinu obliczono, podstawiając do wzoru na kaolin ($2SiO_2$. Al_2O_2. $2H_3O$), różnicę między całkowitym glinem, a glinem zawartym w wyciągu 20% HCl (5). Próba zastosowania sumy $Fe_2O_3 + Al_2O_3$, otrzymanej po wyżarzeniu w 700° C próbki lessu (17), nie została uwieńczona dodatnim rezultatem, gdyż otrzymane metodą żarzenia wyniki znacznie odbiegały od danych analizy całkowitej. Oznaczenie krzemionki zeolitowej (rozpuszczalnej w 5% KOH) wykonano metodą Gedroiza (8). W znacznej ilości próbek lessowych określono zawartość $CaCO_3$. Wobec dużego rozdrobnienia i dużej skali zawartości węglanu wapnia w badanych próbkach, metoda Passona (traktowania próbki HCl na zimno) okazała się nieprzydatna i dlatego zastąpiono ją metodą Frezeniusa (55).

W przeciwieństwie do metod chemicznych, metody badań fizycznych własności lessu wymagają szerszego omówienia. Do powyższego zmusza przede wszystkim brak ujednostajnionych i precyzyjnych metod, popartych obfitym materiałem porównawczym. Spośród fizycznych własności przeprowadzono pomiar przepuszczalności lessu tak w polu, jak i w laboratorium. Poza tym oznaczono ciężar właściwy, ciężar objętościowy, porowatość i przewiewność. Własności wodne objęły określenie hygroskopijności, maksymalnej hygroskopijności, oraz maksymalnej pojemności kapilarnej. Oznaczono również granicę płynności, granicę wywałkowania, stopień i klasę plastyczności lessu. Skład mechaniczny lessu oznaczono kilku metodami, przy zastosowaniu różnych sposobów preparowania. Zbadanie rozpływalności lessu i jego mikrostruktury dopełniło znajomości fizycznych własności.

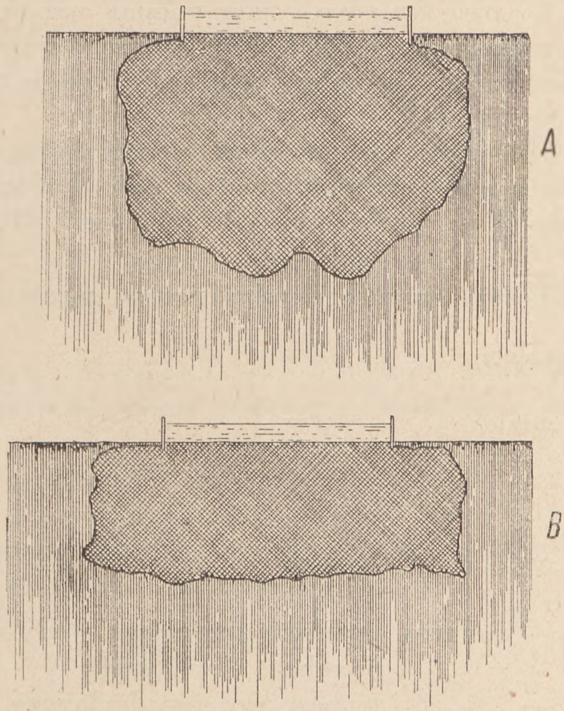
Nader ważną i charakterystyczna własnością dla różnych skał macierzystych jest ich przepuszczalność. Własność ta stanowi niejako wypadkową szeregu innych własności badanego materiału. Przepuszczalność zależna jest przede wszystkim od składu mechanicznego, powierzchni zbiorowej gleby (22), porowatości, struktury, stanu nawilgotnienia, temperatury, ilości i jakości rozpuszczonych soli itd.

Do pomiaru przepuszczalności gruntu służy wprawdzie szereg metod, lecz każda z nich posiada swe słabe strony i dlatego wybór metody nie jest łatwy. Zasadniczo możnaby podzielić wszystkie te metody na trzy grupy. Do pierwszej grupy należą metody pośredniego pomiaru przepuszczalności, polegające na wyliczeniu przepuszczalności z empirycznych i doświadczalnych formuł, przy zastosowaniu innych własności gruntu (Zunker, Kozeni i wielu innych (1). Drugą grupę metod pomiaru przepuszczalności stanowią metody oparte na analizie gruntu sproszkowanego t. j. o zmienionej-zniszczonej strukturze naturalnej. (Dąrcy, Tarzaghi, Porchet) (40). Te metody choć są dość precyzyjne, jednakowoż ze względu na przeprowadzenie pomiaru na materiale o zniszczonej strukturze naturalnej, nadają się raczej do badań dla celów technicznych (w budownictwie wodnym i drogowym). W najnowszych wreszcie czasach najbardziej rozpowszechniły się metody polegające na pomiarze przepuszczalności w glebach o niezmienionej-naturalnej strukturze (Kopecky, Kaczinskij, Zacharow) (36) i inne.

W pojęciu „przepuszczalność" rozróżniam dwie własności gleby, a to zdolność wchłaniania wody (wsiąkanie) oraz właściwą przepuszczalność lub inaczej zdolność filtracyjna. W swoich badaniach nad lessami oznaczyłem obie te własności. Jako zasadę przyjąłem badanie przepuszczalności przy zachowaniu nienaruszonej struktury lessu. Pomiary zdolności wchłaniania wody przez less wykonywałem bezpośrednio w terenie, stosując pierścienie stalowe o przekroju 29.5 cm^2. Pomiar polegał na tym, że w zrównaną (do poziomu) powierzchnię lessu wbijano pionowo pierścienie stalowe zawsze na jednakową głębokość. Do pierścieni wlewano 50 cm^3 destylowanej lub deszczowej wody, zabezpieczano przed parowaniem i mierzono czas, po upływie którego woda została wchłonięta przez less. (Rys. 1).

Oznaczenie szybkości wsiąkania wody wykonano conajmniej w trzykrotnym powtórzeniu. Pomiar odbywał się przy zmiennym ciśnieniu, bowiem słup wody wsiąkającej zmieniał się od 20 mm do 0 mm.

Zastosowana metoda pomiaru chyżości wsiąkania wody, aczkolwiek może budzić pewne zastrzeżenia, niemniej jednak pozwoliła na zebranie bardzo cennego materiału porównawczego odnośnie zbadanych lessów. Wobec tego, że zdolność wchłaniania wody zależy w znacznej części od stanu wilgotności badanego materiału, przeto



Ryc. I. Przesiąkanie wody w lessach
A - w lessie typowym — B - lessie ilastym

w każdym przypadku oznaczałem wilgotność lessu, w przeliczeniu na %% wagowe i w stosunku do maksymalnej pojemności wodnej (uwidacznia stopień nasycenia wodą (6). Celem przedstawienia chyżości wsiąkania wody zastosowano wzór:

$$V = \frac{Q}{ST}.$$

przy czym:

Q = ilość wchłoniętej wody w cm^3
S — powierzchnia wsiąkania
T — czas, po upływie którego wsiąknęło Q cm^3 wody.

Badania szybkości wsiąkania wody w lessach uzupełniono obserwacją i pomiarem zasięgu rozchodzenia się wsiąkniętej wody. Z ob-

serwacji wynika, że poszczególne odmiany lessu posiadają swoisty sposób rozprowadzenia wsiąkniętej wody. Załączone rysunki (Ryc. I) ilustrują graficznie wyżej przytoczone właściwości.

Dla najbardziej typowych profili lessowych zbadano zdolności filtracyjne, czyli oznaczono współczynniki przepuszczalności. W tym celu pobrano próbki lessu o nienaruszonej strukturze, przy zastosowaniu sondy Kopecky'ego. Sam pomiar współczynnika przepuszczalności wykonano również w cylindrach systemu Kopecky'ego. Opisu sondy i sposobu pomiaru nie podaję, gdyż można je znaleźć w literaturze (45).

Pomiar współczynnika przepuszczalności lessu odbywał się w laboratorium i trwał przez kilkanaście dni. Podczas trwania pomiaru, ciśnienie słupa wody było stałe i wynosiło 20 mm, a temperatura 20° C.

Celem wyliczenia współczynnika przepuszczalności K zastosowano wzór Darcy:

$$K = \frac{V}{J}$$

gdzie:

$$J = \frac{h}{l}$$

$$V = \frac{Q}{S.T.}$$

czyli:

$$K = \frac{Q}{S.\,T.\,J.}$$

przy czym: V — oznacza szybkość przepływu wody w cm/sek.
h — „ wysokość słupa wody
l — „ grubość warstwy badanego lessu
Q — „ ilość przefiltrowanej wody
S — „ powierzchnię filtracyjną
T — „ czas trwania filtracji.

Maksymalna pojemność kapilarna stanowi bardzo cenną i charakterystyczną własność skały macierzystej. Własność ta pozwala na wytłumaczenie szeregu zjawisk wodnych, występujących w badanym materiale. Pojęcie kapilarnej pojemności wodnej jasno sprecyzował Kaczyńskij (13), odróżniając ją od maksymalnej pojemności wodnej.

Pomiary kapilarnej pojemności przeprowadzono w lessach o nienaruszonej strukturze. Do tego pomiaru użyto stalowych pierścieni o pojemności 100 cm³. Pobrane w naturalnych warunkach próbki lessu, (w 3—4 powtórzeniach) doprowadzono drogą podsiąkania do pełnego kapilarnego nasycenia. Przed ważeniem nadmiar wody od-

ciekał przez 10 minut początkowo na podstawce z siatką, a następnie na bibule filtracyjnej. Celem zabezpieczenia próbki przed parowaniem trzymano ją pod kloszem obok parowniczki z wodą.

Maksymalną pojemność kapilarną wyrażono w %% wagonowych:

$$P = \frac{S_1 - S_2}{S_2} \cdot 100\%$$

i w stosunku do objętości lessu,

$$Pv = \frac{S_1 - S_2}{V} \cdot 100\%$$

We wzorach tych S_2 — oznacza wagę próbki wysuszonej przy 105^0 C, S_1 — wagę próbki po nasyceniu wodą i V — objętość próbki lessu.

Pomiędzy P a Pv istnieje zazwyczaj zależność (37), zachwiana niekiedy przez różną zdolność do pęcznienia pod wpływem nawilgotnienia.

Hygroskopijność lessu oznaczano powszechnie używaną metodą, a mianowicie przez suszenie w termostacie w temperaturze 105^0 C.

O przepuszczalności i składzie mechanicznym daje pośrednio wyobrażenie maksymalna hygroskopijność (Wh). Wh oznaczono metodą Mitscherlicha, z zastosowaniem zmian, wprowadzonych przez Kaczyńskiego (14):

$$W_h = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \cdot 100\%$$

przy czym m_1 — oznacza wagę próbki nasyconej w próżni parą 10% H_2SO_4, a m_2 — wagę próbki wysuszonej w temp. 105^0 C.

Z wielkości określających W_h (maksymalną hygroskopijność) można określić ciepło zwilżania (W_z) oraz ilość wody fizjologicznie niedostępnej dla roślin (W_m).

Ciepło zwilżania wyraża się następującą formułą (12):

$$W_z = \frac{W_h}{1.73} \text{ cal / gram}$$

Wodę fizjologicznie niedostępną dla roślin wyliczamy z następującego wzoru (6):

$$W_m = W_h \cdot A$$

W obliczeniach przyjęto dla współczynnika „A" średnią wartość równą liczbie 2:

$$\text{czyli:} \quad W_m = W_h \cdot 2$$

Rozpadanie się lessu w wodzie. Pod powyższym pojęciem rozumie się szybkość, z jaką sześcian lessu o krawędzi jednego cm rozpada się w wodzie destylowanej (42). Sposób i szybkość rozpadania się lessu pod wpływem wody dobrze obrazują różnice występujace pomiędzy poszczególnymi odmianami lessu.

Świadczą one o trwałości struktury i zwięzłości lessu, oraz wskazują na rozmieszczenie skupień wodorotlenków glinu, żelaza i węglanu wapnia. Z szybkości rozpływania sie lessu wnioskujemy o jego odporności na działania erozyjne i deluwialne. Na podstawie tych własności można wyciągnąć również i praktyczne wnioski odnośnie wyboru odpowiedniego nachylenia ścian rowów, nasypów itp.

Najważniejszą zaletą omawianej metody badawczej jest przede wszystkim jej prostota. Największa trudność polega na uzyskaniu odpowiedniej próbki lessu. W tym celu postępowano tak, że z terenu przywożono sześciany lessu o boku ± 10 cm, a w laboratorium wycinano mniejsze sześciany, o krawędzi jednocentymetrowej. Wysuszony w laboratorium (zawierający wodę hygroskopijną) sześcian lessu o boku 1 cm, umieszczamy ostrożnie w naczynku (o 100 cm pojemności) z destylowaną wodą. Woda powinna przykrywać badaną próbkę w całości. Czas mierzymy stoperem od chwili zanurzenia próbki, do momentu rozpadu lessu. W czasie pomiaru szybkości rozpływania się lessu zauważono, że nie mniej ciekawie przedstawia się sposób, w jaki badane próbki rozpadają się pod działaniem wody. I tak: lessy typowe rozpadały się na kilka odłamków, które następnie rozpływały się na dość duże gruzełki; lessy ilaste natomiast rozpływają się poczynając od krawędzi sześcianu, odrazu do ostatecznej formy rozpadu, w drobne agregaty. W przypadku występowania większych skupień tlenku żelaza pękanie następowało w miejscu nagromadzenia wspomnianego tlenku. Sposób rozpadania się sześcianów lessu można ująć w trzy rodzaje: na duże agregaty, średnie i małe.

Plastyczność lessu. Plastyczność w ogólnym znaczeniu wyraża się specyficznym zachowaniem się podłoża i gleby pod wpływem dodatku wody. Plastyczność zależy przede wszystkim od składu mechanicznego, rodzaju koloidów i kształtu cząstek glebowych. Cząstki płaskie wykazują większą plastyczność od cząstek o kształtach zaokrąglonych i kanciastych.

Spośród licznych metod pomiaru plastyczności gruntu najczęściej bywa stosowana konwencjonalna metoda Atterberga (44). Plastyczność próbek lessowych oznaczono wspomnianą metodą Atter-

berga, przy użyciu specjalnie skonstruowanego aparatu, który umożliwia uregulowanie wysokości i siły spadania szalki.

Granicę płynności (górną granicę plastyczności) oznaczono przy nastawieniu wysokości skoku szalki na 10 mm i przy 25-ciu uderzeniach. Wielkość próbek wynosiła ok. 25 gr. Granicę wałkowania lub inaczej dolną granicę plastyczności oznaczono, biorąc 4—5 g lessu. Średnica wałeczków wahała się około 3 mm. Z różnicy górnej i dolnej granicy plastyczności uzyskano liczbę plastyczności, a następnie zaliczono badane próbki lessu do odpowiednich klas plastyczności. Atterberg wyróżnia następujące klasy plastyczności:

I klasa gdy liczba plastyczności jest > 15
II „ „ „ „ wynosi 15—7
III „ „ „ „ „ 7—1

nieplastycznym zaś materiałem nazywa taki,
gdy liczba plastyczności jest < 1

Aczkolwiek omawiana metoda jest metodą konwencjonalną, to jednak daje ona bardzo ciekawy i cenny materiał porównawczy (29).

Określenie przestrzennych stosunków w lessach. Ważną własnością skały macierzystej jest porowatość. Porowatość można oznaczyć metodami bezpośredniego pomiaru, lub pośrednimi analizami i obliczeniami.

Celem określenia porowatości lessu wykonano pomiar ciężaru właściwego-rzeczywistego i ciężaru właściwego pozornego. Oznaczenie ciężaru właściwego rzeczywistego przeprowadzono w piknometrach metodą Mitscherlicha, zmodyfikowaną przez Kaczyńskiego (15) i częściowo przeze mnie samego. Do analizy brano 15—20 g lessu, nie odrzucając konkrecji. Z próbki powietrza usuwano przez gotowanie z wodą (Mitscherlich) lub przez umieszczenie piknometru w eksikatorze próżniowym.

Ciężar właściwy rzeczywisty $d = \frac{m}{v}$

$$v = /m + G/ - G_1$$

czyli
$$d = \frac{m}{/m + G/ - G_1}$$

w czym m = waga próbki lessu (wys. w 105° C).
G = „ piknometru napełnionego wodą destylowaną przy temp. —20° C.
G_1 = „ piknometru z próbką lessu dopełnionego dest. wodą.
V = objętość stałej części lessu.

Pozorny ciężar właściwy lessu określono, posługując się stalowymi pierścieniami Kopecky'ego. Waga wysuszonej w 105° C próbki lessu (m_1) w odniesieniu do objętości (V_1), tejże próbki w stanie naturalnym, daje (d_1) ciężar właściwy objętościowy czyli pozorny.

$$d_1 = \frac{m_1}{V_1}$$

Dla niektórych próbek lessu, oznaczyłem d_1 metodą parafinową (50). Zgodnie jednak z uwagami J. H. Gurskiego (11) metoda ta daje wyższe cyfry, aniżeli metoda pierścieni. Ciężar właściwy-pozorny jest wielkością bardzo charakterystyczną, gdyż odzwierciedla on przestrzenny układ cząstek lessu.

Z uzyskanego ciężaru właściwego i ciężaru pozornego wyznaczono porowatość w procentach:

$$P = \left(1 - \frac{d_1}{d}\right) \cdot 100\%$$

Mechaniczny skład lessu. Znajomość mechanicznego składu jest bardzo ważna, gdyż na podstawie wielkości cząstek można z dużym prawdopodobieństwem wnioskować o wodnych i powietrznych własnościach badanego gruntu. Do oznaczenia mechanicznego składu służy cały szereg metod opartych na różnych zasadach.

Mechaniczna analiza może wykazać wielkość cząstek (ziarna wyjściowe), bądź skład agregatowy. W przypadku, gdy mamy do czynienia z czystym piaskiem kwarcowym, otrzymujemy istotny skład uziarnienia. Najczęściej jednak tak gleby, jak i skały macierzyste, zawierają drobne cząsteczki koloidalne, które albo koagulują, lub też oblepiają cienką warstewką ziarenka piasku, zmieniając w ten sposób pierwotną wielkość cząstek. Przy badaniu tego rodzaju materiałów musimy sobie jasno zdawać sprawę, czy chodzi nam przy mechanicznej analizie o określenie składu agregatowego (naturalny skład), czy o znalezienie ilości wyjściowych elementów mechanicznych (materiał rozgruźlony). W następstwie postawionego zagadnienia należy odpowiednio przygotować badaną próbkę i wybrać stosowny aparat.

Przy badaniu zagadnienia podziału lessów interesuje nas zarówno skład wyjściowych elementów mechanicznych, jako też ustosunkowanie agregatów złożonych. Wobec powyższego przeprowadzono mechaniczną analizę z próbkami mało lub zupełnie rozgruźlonymi i z próbkami doprowadzonymi do granic dużej dyspersji.

Ze względu na to, że porównywano lessy wapienne i bezwapienne, zastosowano różne sposoby preparowania próbek i różne me-

tody mechanicznej analizy. Przy oznaczaniu składu mechanicznego lessów posługiwano się aparatami systemu Kopecky'ego, Atterberga i Köhna. Celem rozsegregowania grubszych frakcji lessów użyto aparatu Kopecky'ego. Dla tych analiz przygotowano próbki według powszechnie stosowanego sposobu, ustalonego przez Międzynarodową Komisję Gleboznawczą jako „metodę" B (7).

Oznaczenie drobniejszych frakcji lessu przeprawodzono aparatami Köhna i Atterberga. Agregatowy skład próbek spreparowanych „metodą B" wykonany aparatami Atterberga, nie dał dostatecznie jasnych wytycznych dla przeprowadzenia podziału lessów. Na tę okoliczność wpłynęła przede wszystkim rozpuszczalność $Ca\,CO_3$ zawartego w badanych próbkach lessu. Natomiast na aparacie Köhna, opartym na pipetowaniu cząstek opadających z szybkością — V (53) otrzymano pozytywne rezultaty.

$$V = \frac{2}{9} r^2 \cdot \frac{d - d_1}{e} \cdot g$$

przy czym: r = promień kuli w cm
d = ciężar właściwy kuli
d_1 = „ „ wody
e = lepkość wody
g = stała przyśpieszenia ziemskiego.

Oznaczenia iłu koloidalnego (cząstki $< 0{,}002$ mm), jako elementów wyjściowych (niezgruźlonych), wykonano na aparacie Köhna. Do tych analiz użyto próbek lessu jak najbardziej rozgruźlonych. Peptyzację i przygotowanie próbek przeprowadzono w sposób zbliżony do metody uznanej przez Międzynarodową Komisję Gleboznawczą (Met. „A") (7). Jako środka dyspersyjnego użyto $^1/n$ NaOH. Przebieg przygotowania próbek był następujący: 10 g lessu (przesianego przez sito o oczkach ⌀ 1 mm), po uprzednim usunięciu $CaCO_3$ i odmyciu Cl, zalano 500 cm^3 destyl. wody w kolbie Stohmanna, zadano 5 cm^3 $^1/n$ NaOH i wstrząsano 1 godzinę. Przy stosowaniu metody Köhna od wagi zebranej frakcji odejmowano wagę przypadającą na 5 cm^3 roztworu 1/n ługu sodowego.

Oznaczenie iłu koloidalnego wykonano również (w kilkudziecięciu próbkach) metodą Atterberga, lecz uzyskane wyniki były negatywne. Zarówno niepreparowane, jak i preparowane próbki lessu nie mogą być tą metodą porównywane, ze względu na różną zawartość i rozpuszczalność znajdującego się w nich węglanu wapnia.

W ostatnich czasach coraz częściej jest podkreślana potrzeba badania mikrostruktury (13, 41). Daje ona wyobrażenie o zdolności

i sile tworzenia się drobnych agregatów przez koagulację koloidów lub oblepianie większych cząstek. Oznaczenie mikrostruktury wykonano na aparacie pipetowym. Porównano tu próbki rozgruźlone z próbkami niezdyspergowanymi czyli jedynie moczonymi w wodzie przez 12 godzin i wytrząsanymi przez 1 godzinę. Podobny sposób przygotowania próbek przyjmuje Kaczyńskij (15) podkreślając, że na podstawie mikrostruktury można wnioskować o zachowaniu się gleby podczas zraszania, zalewu itp.

Współczynnik strukturalności oznaczono wedle Vagelera (34):

$$K = \frac{T_1 - T}{T_1} 100$$

W powyszym wzorze T oznacza % cząstek < 0.002 mm w próbce lessu nierozgruźlonego, a T_1 procentowa zawartość cząstek < 0,002 mm w lessie zdyspergowanym.

Badania fizyko-chemicznych własności uzupełniły całokształt znajomości badanej skały lessowej. Określono pojemność wymienną lessów, zdolność adsorbowania błękitu metylenowego i wielkość powierzchni sorbcyjnej.

Pojemność wymienną oznaczono metodą Bobko i Askinazy (2), przy czym z lessów węglanowych usuwano $CaCO_3$ przy pomocy 0,05/n HCl. Porównywanie lessów węglanowych i bezwęglanowych co do pojemności wymiennej posiada jedynie charakter orientacyjny, należy bowiem sobie zdać sprawę z tego, że przy usuwaniu $CaCO_3$ z lessu może nastąpić bodaj częściowe naruszenie kompleksów adsorbcyjnych tych lessów, co w konsekwencji spowoduje pewne zmniejszenie ich pojemności wymiennej.

Duże usługi przy charakteryzowaniu lessów oddało określenie zdolności sorbcyjnych lessu względem błębitu metylenowego. Metoda ta zastosowana do badania lessu przez J. Tokarskiego (46) dała bardzo dobre wyniki. Pozwoliła ona wspomnianemu badaczowi w łatwy i szybki sposób na porównanie zawartości substancji glinowej w lessach i w następstwie do ustalenia stratygrafii podolskich lessów.

W moich badaniach porównywałem lessy alkaliczne z kwaśnymi, co mogło częściowo wpłynąć na mniejszą prawidłowość wyników. Jak wykazały bowiem badania Pelet i Granda (46), adsorbcja błękitu metylenowego przebiega wg. formuły Freundlicha, a tym samym zależy i od kwasowości. Również badania A. Musierowicza i J. Sobieszczańskiej (30) stwierdziły wpływ pH

na wielkość sorbcji błękitu. Pomimo jednak wpływu, jaki mogła wywrzeć kwasowość, różnica w zdolności zatrzymywania błękitu metylenowego przez poszczególne odmiany lessu jest widoczna. Da oznaczenia użyto roztworu błękitu metylenowego o stężenu 0,6957 1mg/cm³ (błękitu chemicznie czystego). Do analizy brano 1 g lessu i 25 cm³ wodnego roztworu błękitu metylenowego, a czas trwania sorbcji wynosił 15 minut. Stężenie niezaadsorbowanego barwika oznaczono kolorymetrycznie. Celem obliczenia powierzchni adsorbcyjnej lessu przyjęto za K r c z i l e m (16), że 1 mg chemicznie czystego błękitu metylenowego = 1 m² powierzchni adsorbcyjnej.

Na podstawie uzyskanych wyników można zaobserwować dość ścisłą zależność pomiędzy powierzchnią adsorbcyjną badanych lessów a ich pojemnością wymienną (tab. XIII). Wspomnianą współzależność wyrażono współczynnikiem wyliczonym sposobem stosowanym przez A. M u s i e r o w i c z a (30). Wyliczenie polega na tym, że 100 metrom² powierzchni adsorbcyjnej odpowiada pewna pojemność wymienna, wyrażona w milirównoważnikach na 100 g lessu. Stwierdzenie omówionej zależności posiada duże znaczenie, gdyż pozwala na wyliczenie pojemności wymiennej z określenia powierzchni adsorbcyjnej. Rzecz prosta, że współczynnik określający zależność pomiędzy maksymalną pojemnością wymienną, a powierzchnią adsorbcyjną będzie wyrażać się inną cyfrą dla lessu piaszczystego, aniżeli dla lessu typowego, czy też lessu ilastego. Dla lessu typowego współczynnik wynosi 0,3915 — 0,4337, dla lessu piaszczystego, 0,2505, a dla lessu ilastego 0,5507 — 0,6933.

Z załączonych do tekstu tablic (tabl. I—XVI) wynika, że i pomiędzy innymi własnościami lessów istnieje mniej lub więcej prawidłowa współzależność. W celu porównania omawianych lessów z lessami uważanymi za bardzo typowe, opracowano kilka profili lessów pochodzących z Grzybowic (Nr 39, 40 i 41).

Z przeglądu zebranego materiału analitycznego wynika, że przepuszczalność, plastyczność, pojemność kapilarna, skład mechaniczny, oraz zdolności sorbcyjne najlepiej charakteryzują różnice, istniejące pomiędzy poszczególnymi odmianami skały lessowej. Zbadanie tylko jednej własności zazwyczaj nie wystarcza dla uchwycenia właściwych różnic pomiędzy odmianami lessu i nie daje pełnej charakterystyki badanego materiału.

III. PODZIAŁ I CHARAKTERYSTYKA LESSU

Na podstawie badań terenowych i załączonych wyników prac laboratoryjnych, lessy zbadanej części północnej krawędzi Podola można podzielić na następujące charakterystyczne odmiany:

a) Less typowy-normalny

b) Less piaszczysty

c) Less ilasty α) bezwęglanowy ·

β) węglanowy — siwy.

Szczególnie wyraźnie zaznaczyły się trzy grupy, a mianowicie less typowy, less ilasty i piaszczysty. Lessów o charakterze pośrednim (przejściowym), stojących na pograniczu poszczególnych grup, nie ujęto w osobną odmianę.

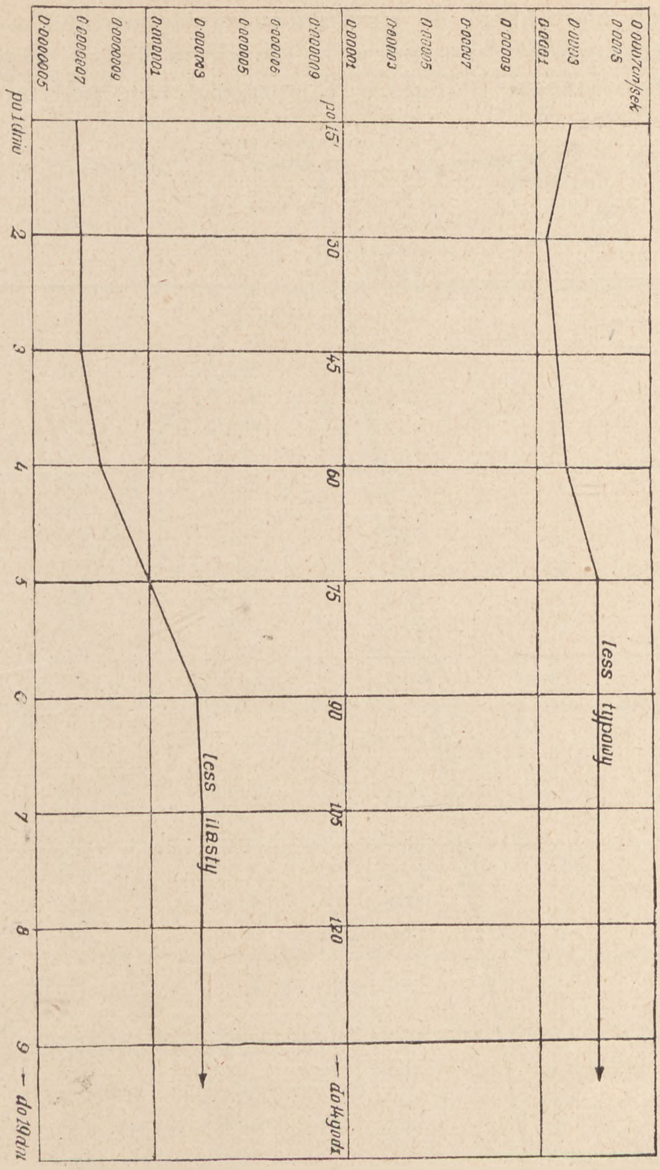
Powyższy podział lessu, jak już wspomniałem, przeprowadziłem na podstawie porównania całego szeregu własności badanego materiału. Przy ustalaniu nazw dla poszczególnych odmian lessu wziąłem za podstawę skład mechaniczny. Uczyniłem to z tego względu, że skład mechaniczny daje pośrednie wyobrażenie o innych własnościach, a poza tym częstokroć i nazwy gleb są kształtowane wedle składu mechanicznego.

W odróżnieniu od lessów typowych-normalnych, lessy posiadające więcej części piaszczystych, a mniej gliniastych (< 0,01 mm), nazwałem lessami piaszczystymi. Lessy charakteryzujące się większą ilością części spławialnych, aniżeli lessy normalne, określiłem jako ilaste. Przez nazwę less ilasty uwydatnia się, że materiał choć jest genetycznie lessem, posiada jednak większą zawartość frakcji spławialnej od lessu normalnego; jest nieporowaty i źle przepuszcza wodę.

Na podstawie poczynionych spostrzeżeń i literatury można przypuszczać, że ustalony powyżej podział nie obejmuje wszystkich odmian polskich lessów. N. p. opracowany przez A. Musierowicza less z Szutrominiec (31) wykazuje znacznie większą zawartość części spławialnych, aniżeli less z północnej krawędzi Podola.

Analiza lessu z Szutrominiec wykonana metodą Kopecky'-ego przedstawia się następująco:

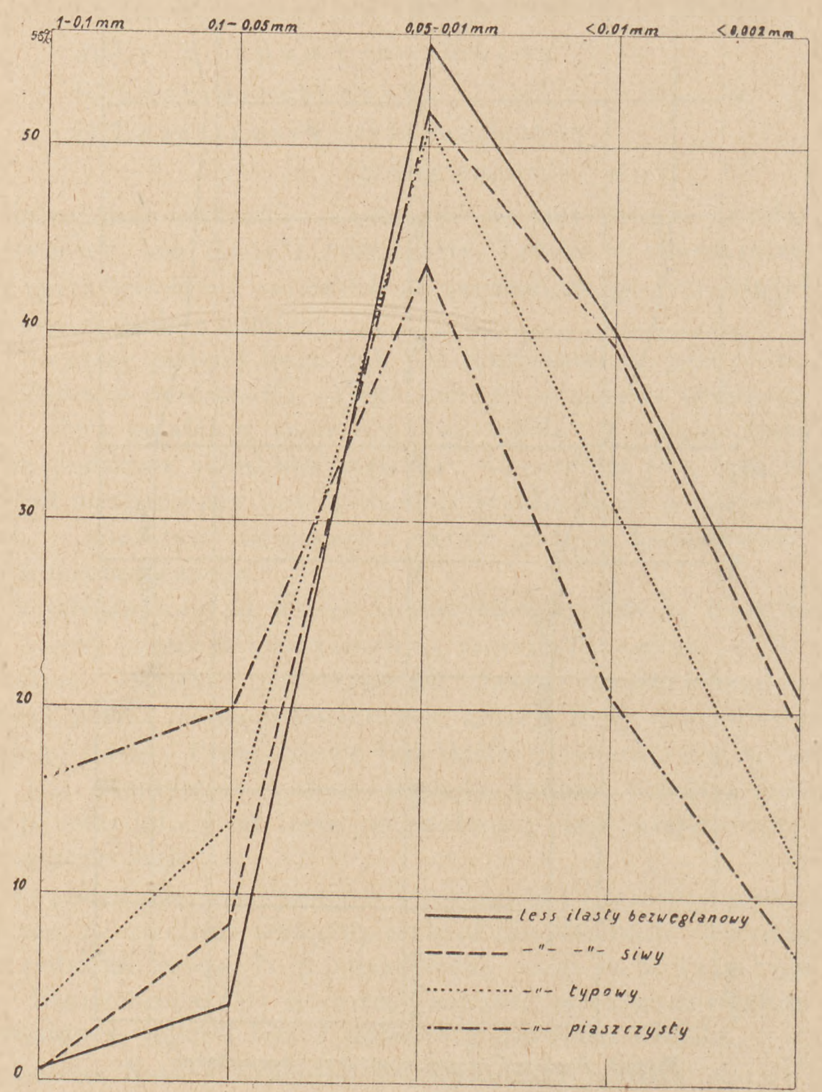
Nr profilu	Głębokość w cm	Wielkość cząstek			
		< 0,01 mm	0,01-0,05 mm	0,05-0,1 mm	0,1-1 mm
6	140 — 170	49,01 %	44,30 %	5,68 %	1,01 %
25	120 — 130	52,10 %	40,96 %	5,84 %	1,10 %



Wykres 1 Współczynnik przepuszczalności lessu typowego i ilastego

Wobec tego szutrominiecką odmianę lessu wypadnie nazwać ciężkim lessem ilastym, względnie iłem lessowym. Również należy ująć w osobną grupę lessy występujące w pobliżu Karpat, a posiadające przymieszkę iłu wietrzeniowego. Tego rodzaju lessy możnaby określić, jako iło-lessy lub lesso-iły, ażeby w ten sposób podkreślić

mieszany ich charakter. W przypadku występowania w pokładzie lessowym różnorodnych warstewek, słusznym będzie użycie nazwy lessu warstwowanego. Jednakowoż wprowadzenie podziału polskich



Wykres 2: Porównanie skiadu mechanicznego lessów

lessów na: 1. less typowy-normalny, 2. less piaszczysty, 3. less ilasty, 4. less ciężki ilasty, 5. iło-less i 6. less warstwowany, musi być poprzedzone wszechstronnym opracowaniem wszystkich wyróżnionych odmian. W niniejszej pracy zostały scharakteryzowane wyłącznie te

Tab. I
Przepuszczalność lessu — Loess permeability

Nr profilu	Głębokość z jakiej pobrano próbkę	Wilgotność próbek w chwili pomiaru przepuszczalności		Czas po jakim wsiąknęło 50 cm^3 wody w minutach	Chyżość wsiąkania w cm/sek.
		w % wagowych	w przeliczeniu na kapilarną pojemność wodną		
less typowy					
3	180	24,23	87,88	6	0,004705
4	90	13,46	42,85	6	0,004705
8	220	22,05	76 24	7	0,004035
20	180	9,47	33,97	5	0,005649
21	105	16,55	54,03	4	0,007062
21	155	—	—	5	0,005649
21	280	16,75	63 47	10	0,002824
61	135	21,44	90,65	10	0,002824
63	200	22,53	74,70	6	0,004708
67	140	12,75	44,45	6	0,004708
91	165	13,51	54,96	15	0,001883
98	300	9,04	40,42	10	0,002824
less piaszczysty					
33	253	12,68	41,22	5	0,005649
33	305	—	—	5	0,005649
33	400	13.59	47,00	5	0,005649
33	500	15,50	55.12	8	0,003532
42	150	13,06	48,35	5	0,005649
42	305	15,38	54,40	4	0,007062
less ilasty					
16	275	18 65	71,68	30	0,000943
20	215	15,65	69,37	27	0,0010.46
21	400	16,58	71,41	30	0,000941
27	180	17,79	81,68	40	0,000700
27	212	19,58	90,69	48	0,000588
30	150	13,18	52,26	30	0,000941
30	200	15 93	74,02	120	0,000235
43	180	19,39	76,36	115	0,000245
65	150	17,36	65,23	50	0,000565
70	170	14,44	77,92	180	0,000157
72	180	14,46	54,49	200	0,000141
78	235	13,44	76,62	245	0,000115
82	190	13,86	55,15	90	0,000313
88	140	17,53	71,00	40	0,000706

lessy, które występowały na zbadanym terenie, a więc typowy, piaszczysty i ilasty. Natomiast inne odmiany lessu znajdują się dopiero w toku opracowania.

1. Less typowy-normalny

Do lessu typowego zostały zaliczone pokłady o cechach morfologicznych i własnościach charakteryzujących eoliczne lessy, w położeniu pierwotnym. Lessy te zalegają na zbadanym terenie większymi płatami tereny leżące na południe od doliny Bugu.

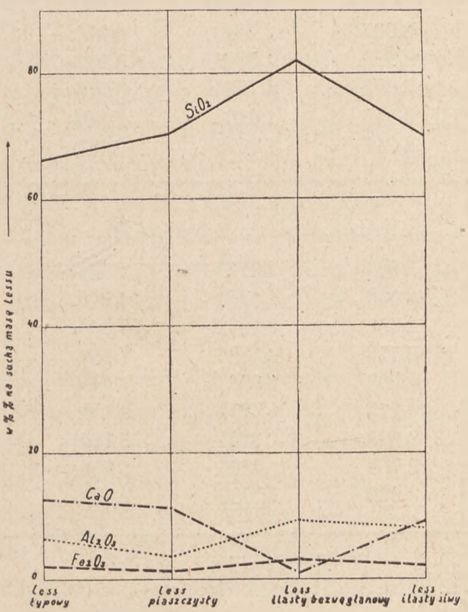
Zarówno lessy typowe, jak i wszelkie inne odmiany lessu tej okolicy, leżą na pokładzie litotamnium lub kredy, w warstwach 2—6-metrowej miąższości. Less typowy odznacza się barwą paliową i łupliwością w pionowe słupy (Ryc. II). Nieodzownym składnikiem tej odmiany lessu jest węglan wapnia, równomiernie rozmieszczony w całej miąższości. Niekiedy $CaCO_3$ skupia się w postaci „pseudogrzybni” lub jako większe nowotwory w kształcie „laleczek lessowych”.



Ryc. II. Ścianka lessowa w Złoczowie

Typowe lessy północnej krawędzi Podola posiadają charakterystyczne pory-kanalikowe, brak których cechuje lessy ilaste i niektóre lessy piaszczyste. Przepuszczalność typowego lessu jest bardzo dobra, woda wsiąka szybko, bo przeciętnie z chyżością 0,00565 cm/sek., a rozchodzi się równomiernie ku dołowi (Rys. I A). Współczynnik przepuszczalności dla lessu normalnego wynosi około 0,00042 cm/sek.

Jak ilustruje tablica II, własności wodne omawianej odmiany lessu są dobre. Rzecz prosta, że ze względu na różną zawartość $CaCO_3$ i w zależności od głębokości zalegania pokładu lessu, kapilarna pojemność wodna waha się w dość szerokich granicach (średnio 45% objętności). Lessy typowe są czynne i posiadają mało, bo do 8% wody „martwej". Lessy te odznaczają się małą odpornością na działanie wody. Sześcian lessu o boku 1 cm rozpada się w dość duże agregaciki przed upływem 30 sekund (tab. III). Wobec tak dużej łatwości rozpływania się lessu nie trudno wysnuć wniosek, że less typowy jest mało odporny na działanie erozyjne i deluwialne.



Wykres 3. Składniki chemiczne lessów. (analiza całkowita)

O dobrej porowatości świadczy fakt, że ogólną porowatość lessu normalnego waha się w granicach 40—50% (tab. IV)., a ciężar właściwy waha się od 1,3—1,5.

Less typowy nie wykazuje dużej plastyczności i z reguły należy go zaliczyć do III klasy, wedle skali Atterberga, przy czym liczba plastyczności posiada ciasne granice zmienności, bo od 5 do 6,5 (tab. V).

Skład mechaniczny lessu normalnego obrazuje tablica VI i VII. Jak widzimy z tej tablicy, ilość cząstek spławialnych leży w granicy 25—32%, w czym na frakcję szlamu koloidalnego przypada nie więcej jak 12%. Less typowy posiada dwukrotnie słabszą zdolność do

Tab. II

Wodne własności lessu — Water properties of loess

Nr profilu	Głębokość z jakiej pobrano próbki lessu cm	Woda hygroskopijna w %	Maksymalna hygroskopijność Wh w %	Ciepło zwilżania Wz w kal/gr	Woda „martwa" Wm w %	Kapilarna pojemność wodna	
						przeliczona na less wysuszony w 105° C w %	w stosunku do objętości lessu w %
less typowy							
8	220	1,110	4,221	2,4398	8,442	28,92	42,20
13	130	1,273	3,035	1,7543	6,070	30,66	47,40
20	180	1,102	2,873	1,6606	5,746	27,87	43,10
21	105	1,170	3,038	1,7560	6,076	30,63	42,85
21	170	0,818	2,847	1,6456	5,694	—	—
21	270	1,380	3,041	1,7578	6,082	26,39	41,60
less piaszczysty							
33	253	1,460	3,937	2,2757	7,784	30,76	45,60
33	305	0,766	2,033	1,1751	4,066	—	—
33	400	0,890	3,782	2,1861	7,564	28,91	43,00
33	500	0,875	3,776	2,1826	7,552	28,12	43,45
42	150	0,950	2,308	1,336	4,616	27,01	41,35
42	305	0,921	2,217	1,2815	4,434	28,27	44,20
68	230	1,008	2,890	1,6705	5,780	—	—
68	320	1,532	2,769	1,6005	5,538	—	—
94	135	1,329	3,968	2,2936	7,936	28,55	42,75
less ilasty							
16	190	2,370	5,283	3,0537	10,566	—	—
16	275	1,512	3,531	2,0410	7,062	25,95	45,30
20	215	1,060	3,141	1,8156	6,282	22,56	35,90
21	410	1,592	3,447	1,9924	6,894	22,51	38,30
27	170	1,952	5,037	2,9115	10,074	21,78	34,90
27	212	1,540	4,346	2,512	8,692	21,59	35,40
59	200	1,720	4,504	2,6034	9,008	22,19	35,80
59	260	2,790	7,486	4,3271	14,972	20,06	34,90
70	170	2,361	5,243	3,0306	10,486	18,53	32,75
72	180	2,110	5,383	3,1115	10,766	26,54	42,00
72	280	1,813	4,253	2,4583	8,506	18,41	31,10
78	140	2,315	5,470	2,7618	10,940	22,94	36,35
78	235	1,846	4,576	2,6450	9,152	17,54	31,35
82	190	1,433	3,652	2,1109	7,304	25,13	39,80
88	140	2,262	5,320	3,0751	10,640	24,69	37,40

tworzenia mikrostruktury w porównaniu do lessu ilastego (tab. VII). Zawartość węglanu wapnia waha się od 12 do 18% (tab III). Wszystkie lessy typowe są zasadowe, a pH w H_2O i w KCl przekracza 7,0 i dochodzi do 7,7 (tab. III).

Analiza całkowita wykazuje, że lessy typowe zawierają mniej SiO_2, Fe_2O_3 i Al_2O_3, a natomiast więcej CaO i MgO, aniżeli lessy ilaste (tab. IX i wykres 3).

Zestawienie X i wykres 4 przedstawiają składniki lessu rozpuszczalne w 20% HCl. Ze względu na znaczną zawartość $CaCO_3$, lessy typowe posiadają małą ilość składników tzw. „niezwietrzałych", bo tylko 60% (tab. XII).

Rozpatrując zdolności sorbcyjne lessów, dochodzimy do wniosku, że less typowy zajmuje pośrednie miejsce pomiędzy omawianymi lessami. Pojemność wymienna sorbcyjna jest stosunkowo niska (*) i wynosi 6—7 milirównoważników na 100 g lessu (tab. XIII). Powierzchnia zaś zbiorowa 100 g lessu typowego w przybliżeniu równa się 1600 m^2 (tab. XIII). Współzależność pomiędzy powierzchnią adsorbcyjną a pojemnością sorbcyjną obliczona metodą Musierowicza (30) wyraża się dla typowych lessów współczynnikiem 0,3913—0,4337 (tab. XIII).

Po rozpatrzeniu własności morfologicznych, fizycznych i chemicznych badanych lessów, dochodzimy do wniosku, że less normalny-typowy stanowi dla gleb doskonałą skałę macierzystę. Tam gdzie less nie uległ przeławicowaniu, degradacji lub bielicowaniu spotykamy gleby czynne, o dobrych własnościach rolniczych. Niekiedy jednak wymienione czynniki wpłynęły bardzo wyraźnie na pogorszenie się własności lessu. Na niektórych profilach badanych lessów da się zaobserwować bielicujący wpływ klimatu humidowego i rosnących tam dawniej potężnych lasów bukowych.

Proces bielicowania, uzależniony w przeważnej mierze od natężenia ługującego działania wody, polega w pierwszym stadium na wypłukiwaniu łatworozpuszczalnych soli wapnia (głównie $CaCO_3$) potasu, sodu i innych. W dalszym ciągu trwania bielicowania następuje wypieranie z kompleksów sorbcyjnych kationów zasadowego charakteru (Ca, Mg, K) przez H-jony. Po przekroczeniu pewnego stanu nasycenia kompleksów sorbcyjnych H-jonami· następuje dyspersja owych kompleksów. Wówczas ma miejsce częściowy roz-

*) Przy oznaczaniu pojemności sorbcyjnej, celem usunięcia węglanu wapnia używano 0,05/n HCl. Zabieg ten mógł częściowo wpłynąć na obniżenie pojem ści sorbcyjnej, przez naruszenie niektórych kompleksów sorbcyjnych.

Tab. III

Zawartość $CaCO_3$ i kwasowość lessu — Contents of $CaCO_3$ and acidity of loess

Nr profilu	Głębokość z jakiej pobrano próbki lessu cm	Szybkość rozpływania się lessu, wysusz. na powietrzu w sekund.	Sposób rozpadania się sześcianów lessu: duże agregaty	średnie agregaty	małe agregaty	Zawartość $CaCO_3$ w %	Kwasowość: pH w H_2O	pH w 1/n roztworze KCl
less typowy								
20	180	21	+					
21	105	25	+			15,920	7,4	7,4
21	155	30	+					
21	270	30	+			17,867	7,1	7,1
63	200	22	+			16,132		
67	130	27	+			18,308		
98	130	38	+			15,793		
less piaszczysty								
33	253	25	+			14,131	7,7	—
33	400	22	+			17,785		
33	500	60			+			
42	150	23	+					
42	305	18	+			15,021	7,6	
less ilasty								
16	275	141			+	13,698	7,5	7,4
22	300	70		+		17,012	7,0	6,9
22	380	90		+			6,3	5,8
27	170	120			+	1,346		
27	212	60			+	12,440	7,1	7,0
30	150	60	+			10,876	7,3	7,2
30	200	155			+		7,2	7,1
57	170	346			+			
57	220	89		+				
59	200	41	+			8,634	8,0	
59	260	77			+	10,613	8,0	
62	170	85			+			
65	150	55		+		10,395	7,6	
65	350	60		+		11,151		
70	160	250			+	0,109	6,5	6,2
71	200	110			+			
72	180	60		+		0,127	5,0	4,6
72	280	150			+	10,029	7,7	
78	140	140		+		0,338		
78	235	175			+			
78	340	120			+	0,134	6,7	

Tab. IV

Własności przestrzenne lessu — Loess porosity

Nr profilu	Głębokość z jakiej pobrano próbki lessu cm	Ciężar właściwy		Ogólna porowatość Po w %	Pojemność względem powietrza Pp w %
		rzeczywisty	pozorny objętościowy		
less typowy					
8	220	2,691	1,459	45,79	16,87
13	180	2,686	1,546	42,45	11,79
20	180	2,671	1,496	—	—
21	105	2,741	1,398	49,00	18,37
21	170	2,732	1,576	42,32	15,93
25	180	2 680	1,480	44,78	20,20
63	200	2,670	1,419	46,86	16,70
67	290	2,665	1,486	44,25	15,18
91	165	2,697	1 584	41,27	16,09
less piaszczysty					
33	253	2,661	1 482	44,31	13,55
33	400	2,675	1,546	42,21	13,30
33	500	2 669	1,545	42,12	14,00
42	150	2,682	1,530	42,96	15 95
42	305	2,684	1,563	41,77	13,50
less ilasty					
16	275	2,694	1,745	35,23	9,28
21	410	2,680	1,701	36,53	14,02
22	300	2,650	1,793	32,33	—
27	170	2,667	1,602	39,04	17,26
27	212	2,687	1,639	39,01	17,42
30	150	2,648	1,661	37,18	12,06
30	200	2,667	1,688	36,71	15,19
43	180	2,664	1,654	37,92	12,53
55	110	2,673	1,609	39 81	11,40
59	200	2,696	1,613	40,18	17,99
59	260	2,671	1,741	34,82	14,76
65	150	2,696	1,672	37,91	—
70	145	2,641	1,767	33,10	14,57
72	180	2,608	1,582	39,35	12,81
72	280	2,608	1,800	30,99	12,58
78	140	2,656	1,588	40,22	17,28
78	295	2,659	1,786	32,84	15,30
78	340	2,646	1,628	38,48	15,05

pad H-glinokrzemianów na krzemionkę, wodorotlenki glinu i żelaza, kwaśny węglan wapnia i inne. Za wyjątkiem bezpostaciowej SiO_2 pozostałe związki jak: $Fe(OH)_3$, $Al(OH)_3$, $Ca(HCO_3)_2$ ulegają wypłukaniu z górnych warstw lessu do niżej położonych.

Jak wiadomo, procesowi bielicowania sprzyjają lasy (32). Rosnące dawniej na krawędzi Podola wspaniałe bukowe lasy wyczerpywały w znacznym stopniu podłoże lessowe z zasadowych kationów, a przede wszystkim z wapnia. Poza tym powstający przy rozkładzie ściółki CO_2, przechodząc w H_2CO_3, przyczynił się również do przyspieszenia procesu bielicowania.

Na badanym terenie obserwujemy niekiedy wpływ bielicowania do głębokości 140 cm od powierzchni. Wskutek tego procesu górne warstwy lessu zatraciły dobrą strukturę, porowatość, przepuszczalność itp.

Na północnej krawędzi Podola less typowy nie zawsze zajmuje całą miąższość profilu. W niektórych pokładach lessowych a zwłaszcza tam gdzie zaznacza się różnowiekowość, less typowy zajmuje tylko pewne piętra.

2. Less piaszczysty

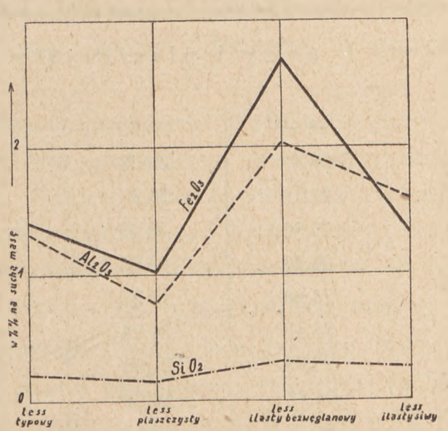
Less piaszczysty występuje wśród lessów typowych, a w bliskości terenów pokrytych piaskiem. Lessy te nie zawsze tworzą całkowite pokłady (od powierzchni do spągu), a zajmują tylko poszczególne piętra pokładu lessu. Pod względem cech morfologicznych lessy piaszczyste prawie nie różnią się od lessów normalnych. Niekiedy przybierają one tak piękną i typową formę, że bez bliższych badań trudno w polu odróżnić je od typowych ścianek lessowych (Łuka).

Lessy piaszczyste posiadają z reguły barwę paliową, zawierają $CaCO_3$ i wykazują łupliwość w pionowe słupy. Jedynie zawartość większych ziarn kwarcu i łatwość rozsypywania się, już przy badaniach polowych, zwracają uwagę. Charakterystyczne dla lessów typowych pory i kanaliki nie występują tak wyraźnie u lessów piaszczystych. Ze względu na większą ilość grubszych ziarn przepuszczalność lessu piaszczystego jest dobra (tab. I).

Hygroskopijność i maksymalna hygroskopijność w lessach piaszczystych jest mała (tab. II). Również kapilarna pojemność wodna nie osiąga tych cyfr, co przy lessach normalnych (tabl. II). Porowatość ogólna przeważnie spada poniżej 40% lecz zawsze jest wyższa. jak u lessów ilastych (tabl. IV).

Less piaszczysty wykazuje bardzo małą plastyczność (2,6—4,5) i wielką łatwość rozpływania się w wodzie (tabl. III i V).

Bardzo charakterystyczny dla lessu piaszczystego jest jego skład mechaniczny. Less ten posiada dużo frakcji piaszczytej (1—0,1 mm 12—20%), przy małej ilości części spławialnych (niewiele ponad 20%). Ilość frakcji koloidalnej (< 0.002 mm ∅) jest bardzo różna (6—11%) i ona to wpływa, w głównej mierze na zdolność tego lessu do tworzenia mikrostruktury (tabl. VI, VII i VIII).



Wykres 4. Składniki chemiczne lessów w wyciągu 20% HCl

Jeżeli będziemy rozpatrywać skład chemiczny lessu piaszczystego, to za wyjątkiem krzemionki i węglanu wapnia, zwraca uwagę ubóstwo w składniki popiołowe (tabl. IX i X).

W składzie lessu piaszczystego zaznacza się skąpa ilość kaolinu i kompleksu „A" (tabl. XI). Mała zawartość składników gliniastych (kaolinu i kompleksu „A"), zmniejsza w znacznej mierze zdolności sorbcyjne lessu (tabl. XII i XIII). Stosunek powierzchni sorbcyjnej, do pojemności sorbcyjnej wyraża się u lessu piaszczystego bardzo niskim współczynnikiem, bo wynoszącym zaledwie 0,2505.

Ogólnie można jednak powiedzieć, że less piaszczysty stanowi dość dobrą skałę macierzystą i przy korzystnych warunkach wilgotnościowych na lessie piaszczystym powstają dobre, urodzajne gleby.

3. Less ilasty

Less ilasty nie występuje w jednakowej formie i można go podzielić na less ilasty bezwęglanowy i węglanowy-siwy.

Less ilasty bezwęglanowy i węglanowy występują w tym samym profilu. Górny poziom do głębokości ± 200 cm zajmuje bezwęgla-

Tab. V

Plastyczność lessu — Loess plasticity

Nr profilu	Głębokość z jakiej pobrano próbki lessu cm	Granica płynności (górna granica plastyczności)	Granica wywałkowania (dolna granica plastyczności)	Liczba plastyczności	Klasa plastyczności według Atterberga
		less typowy i piaszczysty			
8	270	26.45	20,65	5,80	III
21	270	26 19	20.63	5 56	III
33	253	25.10	20 33	4,75	III
33	305	22,80	18.99	3 81	III
33	400	25,28	19.95	5,33	III
33	500	24,96	19 37	5,59	III
41	180	28,16	21,74	6.42	III
41	400	26,08	21,00	5.08	III
42	310	21,73	19,09	2,64	III
42	450	23,17	18,57	4.60	III
63	230	25,58	20,74	4,84	III
98	300	20 08	16,73	3,35	III
		less ilasty			
16	190	33,09	24 37	8,72	II
16	275	29.60	21.77	7,83	II
27	170	36,26	23 24	13,03	II
27	212	29.60	20,77	8,83	II
48	200	29 42	21.53	7.89	II
53	115	41.12	26.07	15.05	I
59	210	28,60	20 87	8.73	II
59	260	29,69	19 54	10,15	II
70	145	33.00	22,89	10,11	II
71	200	30,93	22,25	8.68	II
72	140	32,84	24,01	8,83	II
78	145	38,52	24.13	14 39	II
78	235	32,35	19,65	12.70	II
99	140	34,38	22,91	11,47	II

nowy less, który ku dołowi przechodzi w less siwy. Łącznie miąższość obu pokładów przekracza niekiedy 4—5 m.

Siwy less ilasty spoczywa na złożach litotamniowych, a rzadziej na kredzie. Węglanowa odmiana lessu ilastego towarzyszy czasami lessom normalnym, jako spągowy lessowy materiał. Jeżeli chodzi o badany teren, to lessy ilaste zajmują najbardziej na północ wysunięte grzędy krawędzi Podola. I tak, przeważnie wszystkie lessy znajdujące się na północ od doliny Bugu, są ilaste. W partii południowo-wschodniej, tj. w okolicy Średniej Budy, Nuszcza i Iwaczowa widzimy lessy ilaste — będące na przejściu od normalnych form do ilastych.

Less ilasty bezwęglanowy, wybitnie różni się morfologią, od lessów typowych. Nie posiada on porowatej struktury i nie zawiera węglanu wapnia. Barwa tego lessu jest ciemniejsza, brudno-żółta z plamkami ochrowo-rdzawymi i brudnymi żyłkami. Plamki i ziarnka rdzawe są nagromadzeniem tlenków żelaza. Brunatne żyłki stanowią pozostałość po rozłożonych organizmach roślinnych.

Układ omawianego lessu, jest bardzo zbity, zwięzły, a po wyschnięciu grudkę lessu nie sposób rozgnieść w palcach. Charakterystycznej dla poprzednio opisanych lessów łupliwości w pionowe słupy, less ilasty nie posiada, a tworzy pochyłe ściany.

Węglanowa forma lessu ilastego, aczkolwiek posiada jednaki charakter z lessem bezwęglanowym, to niemniej jednak wykazuje pewne cechy swoiste. Less węglanowy ilasty jest siwy, a rzadziej z odcieniem żółtym. Zwięzłość posiada nieco mniejszą od ilastego lessu bezwęglanowego dzięki obecności węglanu wapnia. Układ zbity, zawartość frakcji koloidalnej duża. Na tle siwej barwy widnieją zazwyczaj gniazda i plamy skupień tlenków żelaza, koloru rdzawego lub ochrowego. Zawartość $CaCO_3$ wpływa na lepszą rozpływalność siwych-ilastych lessów (tabl. III) oraz na zmniejszenie zdolności hygroskopijnych i ciepła zwilżania (tabl. II).

Rzecz prosta, że w chemicznym składzie obu lessów ilastych widnieją wyraźne różnice (tabl. IX—XIII).

Pozostałe własności obu odmian lessowych są do siebie podobne i mogą być omawiane wspólnie. W porównaniu do lessu typowego, lessy ilaste wykazują małą przepuszczalność i wsiąkliwość, (30 razy mniejszą).

Maksymalna kapilarna pojemność wodna lessu ilastego jest nieduża i niewiele przekracza 20% w stosunku wagowym (tabl. II).

Tab. VI

Skład mechaniczny lessu — Mechanical composition of loess

Nr profilu	Głębokość z jakiej pobrano próbki lessu cm	Średnica cząstek w mm			
		1—0,1 %	0,1—0,05 %	0,05—0,01 %	< 0,01 %
		less typowy			
8	120	1,300	10,140	56,760	31,900
8	240	0,930	10,720	54,420	33,930
21	170	3,834	13,840	51,238	31,088
21	260	2,200	12,000	56,240	32,660
21	390	2,984	13,620	50,464	32,932
41	180	0,648	16,160	58,048	25,144
41	400	0,440	13,400	60,740	25,420
		less piaszczysty			
33	253	5,420	12,560	53,880	28,140
33	300	19,750	16,030	53,018	20,530
33	500	4,274	16,400	43,710	26,318
42	180	12,830	19,860	40,550	25,760
42	290	13,390	19,730	45,130	21,750
68	230	4,044	19,790	50,688	15,568
98	300	15,152	15,620	46,960	22,268
		less ilasty			
16	190	0,570	2,350	55,470	41,630
16	275	0,180	10,760	52,440	36,620
22	300	0,500	9,350	51,672	37,978
27	140	1,200	9,920	49,900	38,980
27	212	0,480	10,520	48,520	40,480
48	200	0,510	10,260	50,120	39,010
59	210	0,400	7,740	55,190	36,670
59	260	0,180	6,800	51,520	41,500
65	180	1,080	12,820	52,260	35,840
65	350	1,948	6,180	53,760	38,112
70	140	0,520	3,970	55,390	40,120
70	188	0,700	8,610	49,572	41,118
71	170	1,048	4,480	55,680	38,792
72	140	0,200	5,260	55,480	39,060
72	250	0,360	8,320	51,720	39,600
78	145	0,560	7,340	53,944	38,156
78	235	0,760	10,520	50,160	38,560

Tab. VII

Mechaniczna analiza lessu — Mechanical composition of loess

Nr profilu	Głębokość z jakiej pobrano próbki lessu cm	Średnica cząstek lessu bez dodatku środka dyspersyjnego w m/m				Zawartość słamu koloidalnego ⟨ 0,002 mm w lessie rozgruźlonym
		⟩0,02 %	0,02—0,006 %	0,006—0,002 %	⟨0,002 %	
		less typowy i piaszczysty				
8	240	28,10	17,25	5,70	6,15	12,00
21	170	25,30	10,90	4,00	10,40	11,76
21	260	33,00	15,75	8,05	9,20	12,50
33	253	29,00	14,00	6 80	8 20	11,45
33	300	—	—	—	—	6,86
33	500	27,65	14,50	3,10	10 05	10,12
41	170	28,05	16,90	3,10	8,05	12,35
41	400	30 85	18,70	5,30	6,85	9,15
42	290	—	—	—	—	7,29
68	230	29,65	13,65	5,75	10,25	10,48
98	300	—	—	—	—	11,66
		less ilasty				
16	190	39,10	23,45	6,10	9,55	16,60
16	275	38,25	19,15	7,35	11,75	14,89
22	310	42,40	20,65	7,60	14,15	19,50
27	140	43,30	23,85	5,20	14,25	16,52
27	212	35,50	18,65	4,60	12,25	15,05
30	210	42,70	20,45	7,70	14,55	15,45
43	180	41,15	25,45	5,35	10,35	16,00
59	200	—	—	—	—	15,78
65	180	—	—	—	—	15,69
70	140	42,60	22,40	9,55	10,65	18,65
71	170	50,03	28,53	10,55	10,95	20,61
72	140	43,55	22,70	7,05	13,80	18,87
72	250	47,30	24,50	11,85	10,95	18,86
78	140	—	—	—	—	18,16
78	235	49,75	24,80	12,55	12,40	19,33
83	190	40,35	19,90	8,70	11,75	13,85
88	150	—	—	—	—	14,65

Przewiewność lessu ilastego w stosunku do typowego i piaszczystego jest gorsza, gdyż ogólna porowatość lessów ilastych nie dochodzi do 40% (tabl. IV).

Lessy ilaste wykazują natomiast dużą plastyczność. Należą one do II lub I klasy plastyczności, a ich liczby plastyczności mieszczą się w granicach 8—15 (tabl. V.)

W składzie mechanicznym lessu ilastego zaznacza się wybitne zwiększenie frakcji najdrobniejszych, kosztem cząstek o średnicy większej od 0,05 mm. Zawartość części spławialnych (<0,01 mm) przekracza zazwyczaj 36%, osiągając najczęściej 39—40% (tabl. VI). Charakterystycznej dla lessów frakcji, o wymiarach 0,05—0,01 mm,



Wykres 5. Zawartość kaolinu i kompleksu „A" w lessach

posiadają lessy ilaste najwięcej ze wszystkich wyróżnianych odmian (tabl. VI). Lessy ilaste przewyższają zawartością iłu koloidalnego lessy typowe (tabl. VII), jak również współczynnik mikrostruktury osiąga w lessach ilastych liczby większe w porównaniu do innych odmian lessu (tabl. VIII).

Analizując wyniki składu chemicznego lessów widzimy, że ilaste formy odznaczają się największą ilością tlenków żelaza, glinu i krzemionki (tabl. IX i X). Poza tym ilaste odmiany lessu wykazują większą zawartość P_2O_5 i K_2O, ropuszczalnych w 20% HCl. Z tablic XI i XII jasno uwydatnia się, że omawiany less posiada największą spośród wszystkich odmian lessu ilość kaolinu (16%—18%) i kompleksu „A" (9%—13%).

Zdolności sorbcyjne niemniej jaskrawo charakteryzują różnice, jakie występują pomiędzy lessem ilastym, a typowym i piaszczystym. 100 g lessu ilastego posiada ponad 1700 m² powierzchni sorb-

Tab. VIII.

Mikrostrukturalne własności lessów — Microstructure of loess

Nr profilu	Głębokość z jakiej pobrano próbki lessu cm	Procentowa zawartość cząstek o średnicy < 0,002 mm		Struktu-ralność	Współ-czynnik struktu-ralności
		w rozgruź-lonym lessie	w natu-ralnym lessie		
Less piaszczysty					
33	305	6,86	2,30	4,56	66,18
42	290	7,29	3,00	4,64	63,64
68	230	10,48	2,65	7,48	71,37
Less typowy					
21	170	11,76	3,60	8,16	69,38
33	253	11,45	3,90	7,55	65,93
33	500	10,12	2,50	7,32	72,30
41	180	12,35	3,60	8,75	74,91
41	400	9,15	2,15	7,00	76,50
98	300	11,66	3,05	8,61	73,84
Less ilasty					
16	190	16,60	3,60	13,00	78,32
16	270	14,89	4,10	10,79	72,49
59	200	15,78	4,55	11,23	71,16
65	180	15,69	2,15	13,54	86,29
65	350	14,58	1,15	13,43	92,11
71	170	20,61	3,30	17,31	83,98
72	145	18,87	1,85	17,72	93,90
72	250	18,86	1,15	15,36	81,44
78	145	18,16	3,50	16,46	90,63
78	235	19,33	1,70	16,18	83,70
88	150	14,65	3,15	12,80	87,37

cyjnej, a pojemność sorbcji wymiennej leży w granicach 9,3—11,9 milirównoważnika (tabl. XIII). Natomiast stosunek powierzchni sorbcyjnej do pojemności wymiennej wyraża się współczynnikiem o wartości 0,3307—0,6933.

Z kolei trzeba zastanowić się nad pochodzeniem i powstaniem lessu ilastego na północnej krawędzi Podola. Należy przyjąć, że ta odmiana lessu jest bezsprzecznie genetycznie lessem, a daleko idące różnice, jakie obecnie obserwujemy wśród lessów północnej krawędzi Podola, można przypisać odmiennemu odkładaniu się złóż lessowych lub działaniu czynników później na less wpływających.

I tak, niekiedy pierwotne złoże lessu zostało przemieszczone w położenie wtórne. Wówczas obserwować można zmianę własności tego lessu i ułożenia pokładów. Kiedy indziej znajdujemy podstawy do przypuszczeń, że materiał lessowy został odłożony do stojących basenów wodnych i na tej drodze uzyskał odmienne własności, aniżeli typowy less.

W innym przypadku możemy stwierdzić, iż na pokładach lessu zatrzymała się przez długi okres czasu woda, powoli wsiąkając do głębszych złóż lessu. Temu właśnie ostatniemu czynnikowi możnaby przypisać powstanie większości lessów ilastych północnej krawędzi Podola. Wpływ wody na własności lessów ilastych jest aż nazbyt dobrze widoczny. Brak porowatej struktury zbity układ, nierównomierne rozmieszczenie $CaCO_3$, pozostałość mało rozłożonych szczątków roślinnych, obecność nowotworów żelaza, oraz duża zawartość frakcji koloidalnej i komkleksu „A" świadczą o wpływie działania wody.

Fakt nagromadzenia się większej ilości substancji gliniastej wskazuje na to, że rozkład glinokrzemianów przebiegał w warunkach wilgotnych (42). O obecności substancji organicznej przekonuje analiza chemiczna, a szczególnie oznaczenie ogólnego azotu. Z analizy wynika, że lessy ilaste bezwęglanowe posiadają na tej samej głębokości od powierzchni znacznie więcej azotu i to do 2 razy więcej od lessów typowych i piaszczystych.

Na zmianę postaci dolnych pokładów lessu wywierał wpływ ruch wody w kapilarach, którymi woda raz podnosiła się wysoko, a kiedyindziej na znacznie mniejszą wysokość.

Opierając się na charakterystyce lessu jeziornego, opisanego przez Tutkowskiego (31, 32), zaledwie parę profili lessowych

Tab. IX

Chemiczny skład lessów (analiza całkowita) — Chemical composition of loess (full analysis)

Odmiana lessu, Nr profilu i głębokość / Składniki	Less typowy	Less piaszczysty	Less ilasty		
			bezwęglanowy		siwy (węgl.)
	profil Nr 21 głębokość 170 cm	profil Nr 42 głębokość 305 cm	profil Nr 16 głębokość 200 cm	profil Nr 72 głębokość 140 cm	profil Nr 16 głębokość 300 cm
SiO_2	65,225	71,568	84,002	82,030	70,569
Si	30,4731	33,4365	39,2457	38,3244	32,9698
Fe_2O_3	2,150	1,408	3,480	3,060	2,094
Fe	1,5037	0,9847	2,4339	4,1401	1,4645
Al_2O_3	6,700	3,893	9,803	9,139	8,095
Al	3.5449	2,0597	5,1867	4,8354	4,2830
CaO	12,843	11,789	1,063	0,985	8,669
Ca	5,1423	4,7203	0,4256	0,3943	6,1948
MgO	1,164	1,463	0,909	0,986	1,056
Mg	0,7021	0,8824	0,5483	0,5947	0,6369
Suma tlenków	88,082	90,121	99,257	96,200	90,483

Tab. X

Chemiczny skład lessów (w wyciągu 20% HCl) — Chemical composition of loess (in 20% HCl)

Odmiana lessu, Nr profilu i głębokość / Składniki	Less typowy	Less piaszczysty	Less ilasty: bezwęglanowy		Less ilasty: siwy (węgl.)
	profil Nr 21 głębokość 170 cm	profil Nr 42 głębokość 305 cm	profil Nr 16 głębokość 200 cm	profil Nr 72 głębokość 140 cm	profil Nr 16 głębokość 300 cm
SiO_2	0,2056%	0,1475%	0,2794%	0,3027%	0,2538%
Si	0,0961	0,0689	0,1305	0,1414	0,1186
CaO	10,0890	11,4090	0,4379	0,3559	7,7461
Ca	7,2090	8,1540	0,3129	0,2544	5,5362
Fe_2O_3	1,3974	1,0813	2,6264	2,7064	1,3424
Fe	0,9773	0,7562	1,8486	1,8893	0,9389
Al_2O_3	1,3450	0,7810	2,3956	2,1447	1,6021
Al	0,7116	0,4132	1,2675	1,1347	0,8476
MgO	0,6724	0,6582	0,5430	0,5444	0,7375
Mg	0,4056	0,3970	0,3275	0,3283	0,4449
K_2O	0,1851	0,1382	0,3110	0,2831	0,2333
K	0,1536	0,1149	0,1577	0,2352	0,1936
P_2O_5	0,0536	0,0540	0,0679	0,0772	0,0602
P	0,0117	0,0118	0,0148	0,0168	0,0131
SO_3	0,0214	0,0200	0,0092	0,0126	0,0189
S	0,0086	0,0080	0,0037	0,0050	0,0075
Suma tlenków	13,9694	14,2892	6,6704	6,4219	11,9943

północnej krawędzi Podola posiada podobieństwo do lessów powstałych w zamkniętych basenach wodnych.

Dzięki precyzyjnym i ujednostajnionym chemicznym metodom badania możemy otrzymane wyniki chemicznych analiz lessów krawędzi Podola porównać z innymi materiałami dotyczącymi lessów innych okolic (10, 33, 46, 48, 49, 57). Trudno natomiast wyniki mechanicznego składu lessów przyrównać do materiałów znajdujących się w literaturze, ponieważ metody mechanicznej analizy są bardzo różne, a sposoby preparowania próbek ogromnie różnorodne. I dlatego pomimo obfitego materiału dotyczącego mechanicznego składu polskich lessów (10, 23, 26, 33, 57) nie jesteśmy w stanie wyszukać analogii z lessami omówionymi w niniejszej pracy.

W czasie badań nad lessami stwierdziłem wpływ „starzenia się" koloidów na zmianę składu mechanicznego lessu. Okazało się bowiem, że próbki lessu ilastego bezwęglanowego, zasobne w związki glinu i żelaza, wykazywały inną zawartość cząstek $< 0{,}002$ mm w próbkach analizowanych w dwa miesiące po ich wzięciu z pola, aniżeli te same próbki po upływie dwudziestusześciu miesięcy. Wspomniane różnice były niekiedy bardzo znaczne i tak np. jedna z próbek „świeża" posiadła 16,63% iłu koloidalnego, podczas gdy próbka „stara" zaledwie 9,23%, mimo dodania środka peptyzującego oraz dwugodzinnego wytrząsania i dwudziestoczterogodzinnego moczenia jej w wodzie. Jak można przypuszczać, „starzenie się" koloidów w lessie polega na tym, że po przeschnięciu próbki (na powietrzu) koloidy żelaza i glinu pod wpływem zmiany koncentracji ośrodka dyspersyjnego i innych czynników zatracają swój pierwotny stan dyspersji. Reakcja jest jednokierunkowa — nieodwracalna, a less przechodzi z większego stanu dyspersji w mniejszy. Stwierdzenie w ilastych lessach bezwęglanowych trwałego zmniejszania się stanu ich dyspersji może posiadać praktyczne znaczenie. Należy bowiem przypuszczać, że ze zmianą ilości mikroelementów składu mechanicznego nastąpi częściowa zmiana niektórych własności lessu, jak np. polepszenie się przepuszczalności, porowatości i innych.

Tab. XI

Zawartość w lessie kaolinu i kompleksu „A" — Contents of caolin and „A" complex in loess

Odmiana lessu	Nr profilu	Głębokość z jakiej pobrano próbki lessu	w przeliczeniu na less wysuszony w 105° C							
			całkowita ilość Al_2O_3	Al_2O_3 w wyciągu 20% HCl	Al_2O_3 przypadający na kaolin lessu	Kaolin	Straty przy żarzeniu	Składniki rozpuszczalne w HCl. a przypadające na kompleks „A" (bez $CaCO_3$)	SiO_2 w wyciągu ługu potasowego	Kompleks „A"
		cm	%	%	%	%	%	%	%	%
less typowy	21	170	6,700	1,3450	5.3550	13,5572	8,511	3,8904	4.056	7,9364
less piaszczysty	42	300	3.893	0,7810	3,1120	7,8786	8,839	2.8802	3,161	6,0412
less ilasty bez węglanowy	16	200	9,803	2,3956	7.4074	18,7533	2,310	6,2325	7.4064	13,6389
	72	140	9.139	2,1447	6,9943	17,7074	2,261	6,0660	7.1810	13,2470
less ilasty węglanowy	16	300	8,095	1,6021	6.4929	16.4380	7.369	4,2482	4,9940	9,2422

Tab. XII

Stopień zwietrzenia lessu — Degree of weathering of loess

Odmiana lessu	Nr profilu lessowego	Głębokość z jakiej pobrano próbki lessu cm	w przeliczeniu na less wysuszony w 105° C					
			Kaolin %	Kompleks „A" %	$CaCO_3$ w wyciągu 20% HCl %	Substancja glinowa %	Suma składników „zwietrzałych" %	Niezwietrzała część lessu %
Less typowy	21	170	13,5572	7,9364	18,0058	21,4936	39,4994	60,5006
Less piaszczysty	42	300	7,8786	6,0412	20,3616	13,9198	34,2814	65,7186
Less ilasty bezwęglanowy	16	200	18,7533	13,6839	0,7815	32,3922	33,1737	66,8263
	72	145	17,7074	13,2470	0,6351	30,9544	31,5895	68,4105
Less ilasty siwy	16	300	16,4380	9,2422	13,8244	25,6802	39,5046	60,4954

Tab. XIII

Sorbcyjne własności lessu — Absorptive properties of loess

Odmiana lessu	Nr profilu lessowego	Głębokość z jakiej pobrano próbki lessu cm	Ilość zaadsorbowanego błękitu metylenowego przez 1 g lessu mg	Powierzchnia zbiorowa na 100 g lessu w m^2	Pojemność sorbcyjna wymienna w milirównoważnikach na 100 g lessu
Less piaszczysty	33	305	15,010	1501	—
	42	290	15,407	1541	3,7614
	98	300	15,654	1565	—
Less typowy	21	170	16,169	1617	7,0131
	23	153	15,938	1594	—
	33	500	15,897	1590	6,2376
	68	130	16,381	1638	—
Less ilasty	16	190	17,309	1731	9,5340
	16	300	17,255	1726	—
	59	200	17,219	1722	—
	70	145	17,358	1736	10,8472
	71	200	17,365	1737	—
	72	150	17,089	1709	11,8501
	78	145	17,344	1734	—
	96	135	17,351	1735	—
	122	200	17,219	1722	—

IV. WPŁYW PODŁOŻA LESSOWEGO NA CHARAKTER GLEB

Celem wyraźniejszego podkreślenia celowości i konieczności podziału macierzystej skały lessowej, z punktu widzenia gleboznawczego przytoczę krótką charakterystykę gleb powstałych na różnych odmianach lessu. Przy charakterystyce typowych gleb ograniczę się do omówienia morfologii, składu mechanicznego, przepuszczalności, stosunków przestrzennych i wodnych, kwasowości, zasobności w próchnicę i wartości użytkowej.

Gleby na lessie typowym-normalnym zilustruje profil z Kołtowa oznaczony Nr 21. Odkrywka ta znajduje się na wysokości około 300 m n. p. m. na łagodnej pochyłości, o wystawie południowej. Profil Nr 21 stanowi glebę o charakterze szarej glinki nalessowej, o słabo rozwiniętym poziomie próchnicznym.

0— 25 cm poziom próchniczny, barwy szaro-żółtej. Struktura ze skłonnością do ziarnistej, skład mechaniczny pylasty (lessowy), układ pulchny. Poziom ten przechodzi zaciekami w poziom następny.

25— 65 cm Poziom brązowo-żółtej barwy: struktura orzechowata, układ mniej pulchny niż w poziomie górnym.

65—100 cm Poziom wymycia i wmywania: brązowo-czekoladowy, a po wyschnięciu jasno-szary od opylania krzemionkowego. Struktura pryzmatyczna i orzechowata, układ zbity. Wyraźnie odgranicza się do niżej położonego lessu. Dolna część poziomu stanowi przejście do skały macierzystej.

100—280 cm Less paliowy, sypki, o łupliwości w pionowe słupy, agregaty drobno-porowate. Nowotwory w postaci okrągłych i podłużnych „lalek lessowych" oraz nalotu $CaCO_3$, stanowiącego „pseudogrzybnię".

280—360 cm Warstwa lessu szaro-siwego z rdzawymi żyłkami. Skład mechaniczny bardziej drobny.

360—410 cm Less ciemno-żółty z żyłkami żelaza.

Burzenie z HCl na głębokości 105 cm.

Inaczej przedstawia się morfologia gleby powstałej na lessie ilastym. Typowym profilem tych gleb jest odkrywka Nr 70 położona na gromadzkim pastwisku w Hucie Werchobuzkiej, na wysokości około 400 m. n. p. m. Na lessie ilastym powstała gleba zbielicowana (lesso - bielica) o następującej morfologii profilu:

Tab. XIV

Skład mechaniczny gleb na lessach — Mechanical composition of loess soils

Gleba	Nr profilu gleb.	Głębokość z jakiej pobrano próbki cm	Średnica cząstek ozn. metodą Kopecky'ego w % 1—0,1 mm	0,1—0,05 mm	0,05—0,01 mm	⟨ 0,001 mm	⟨ 0,002 mm oznaczono met. Köhna w próbce rozgruźlonej w %
Gleba na lessie typowym		5—15	5,040	11,490	56,350	27,120	
		40—55	3,270	10,430	46,370	39,930	
		70—85	1,647	7,327	53,376	37,2493	
	21	105	2,760	10,700	55,520	33,020	
		170	3,834	13,840	51,238	31,088	11,76
		270	2,200	12,000	56,2400	32,660	12,50
		390	2,984	13,620	50,464	32,932	
Gleba na lessie ilastym		0—12	0,496	10,320	57,980	31,204	
		12—25	1,200	4,560	58,350	35,890	
		25—33	0,916	5,034	53,403	40,6562	
	70	40—55	0,420	7,246	48,216	44,118	21,40
		125	0,340	4,120	52,710	42,830	18,65
		188	0,700	8,610	49,572	41,118	
Gleba na lessie piaszczystym		4—15	35,970	17,510	26,040	21,480	
	42	70—85	39,248	15,050	20,301	25,402	8,70
		150	12,830	19,860	40,550	26,760	
		305	13,390	19,730	45,130	21,750	7,29

0— 12 cm Górna warstwa poziomu próchniczego bardzo silnie ukorzeniowa (darniowa). Barwa szara z odcieniem brązowym. Struktura blaszkowata. Skład mechaniczny pylasty. Łagodnie przechodzi w dolną warstwę, poziomu próchnicznego.

12— 21 cm Warstwa jasno-szara z odcieniem brązowym. Sypka, niespoista, o mniejszej ilości próchnicy. Skład mechaniczny nieco mocniejszy; struktura ze skłonnością do płytkowej. Bardzo wyraźnie odcina się od poziomu niżej położonego.

21— 35 cm Poziom eluwialny, barwy jasno-popielatej z plamkami białymi od osypki krzemionkowej, miejscami widoczne plamki brązowe. Struktura pylasto-mączysta. Skład mechaniczny drobniejszy. Przechodzi zaciekami w iluwium. Układ zbity.

35— 60 cm Poziom iluwialny, barwy brązowo-szaro-rdzawej. Zbity zwięzły o składzie mechanicznym ilastym, trudno przepuszczalny. Przechodzi w skałę macierzystą łagodnie, nieuchwytnie.

60—210 cm Po stopniowym przejściu od głębokości 110 cm zalega pokład lessu ilastego. Układ zbity, przepuszczalność zła, brak struktury lessowej i nie burzy z HCl. Barwa brudno-żółta z plamkami rdzawymi i żyłkami brunatnymi. Brunatne żyłki pochodzą od zbutwiałych części roślinnych. Nie tworzy pionowych ścianek.

Poniżej 210 cm Less ilasty staje się siwy i burzy z HCl. Widoczne są większe skupienia tlenków żelaza.

G l e b y p o w s t a ł e n a l e s s i e p i a s z c z y s t y m omówię na przykładzie prof. Nr 42 z Łuki, położonego na wysokości ponad 300 m. n. p. m.

0— 42 cm Poziom próchniczny ciemno-szary. Spiaszczony, pulchny, wilgotny. Struktura z tendencją do ziarnistej.

42— 55 cm Barwa plamista, jaśniejsza od poprzedniej. Materiał sypki, spiaszczony. Układ pulchny. Przechodzi ku dołowi językami i zaciekami.

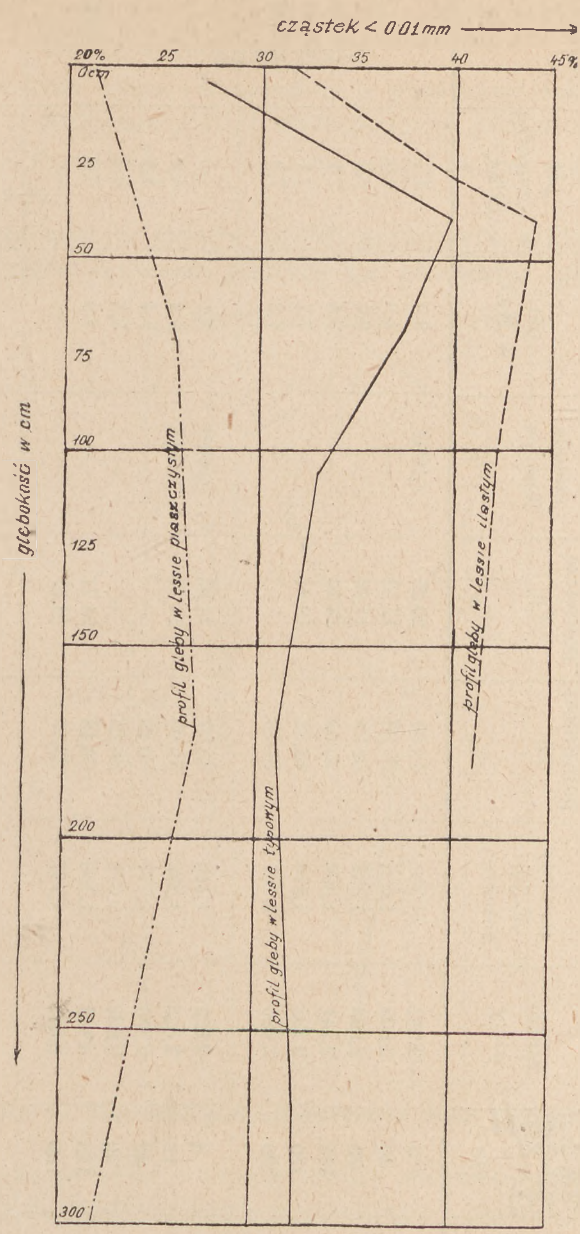
55—100 cm Barwa brązowo-czekoladowa, z krzemionkowym opyleniem. Struktura orzechowata. Przy kopaniu stawia duży opór. Przechodzi ku dołowi stopniowo.

110—125 cm Warstwa żółta z odcieniem brązowym, agregaty porowate, układ luźny. Stanowi przejście do skały lessowej.

Tab. XV

Wodne własności gleb lessowych — Water properties of loess soils

Gleba	Nr profilu glebowego	Głębokość z jakiej pobrano próbki cm	Wilgotność próbek w chwili pomiaru przepuszcz.: w % wagowych	Wilgotność próbek w chwili pomiaru przepuszcz.: w przeliczeniu na maksymalną pojemność kapilarną w %	Czas po jakim wsiąknęło 50 cm³ wody w min.	Chyżość wsiąkania w cm/sek.	Woda hygroskopijna %	Maksymalna hygroskopijność Wh %	Ciepło zwilżania Wz w kal/g %	Woda martwa Wm %	Maksymalna pojemność kapilarna: przeliczona na glebę wysuszoną w 105° C %	Maksymalna pojemność kapilarna: w przeliczeniu na objętość %
Gleba na lessie typowym	21	5	19,74	68,66	15	0,001883	1,380	3,332	1,926	6,664	28,75	38,30
		40	21,25	64,66	1	0,028240	2,408	5,312	3,070	10,624	32,86	42,10
		70	20,92	60,04	2	0,014124	1,088	4,867	2,813	9,734	34,80	43,80
		105	16,55	54,03	4	0,007062	1,170	3,038	1,756	6,176	30,63	42,85
		170	—	—	5	0,005649	0,818	2,847	1,645	5,694	26,39	41,60
		270	16,75	63,47	10	0,002824	1,380	3,041	1,757	6,082	22,51	38,30
		390	16,09	71,47	30	0,000941	—	—	—	—	—	—
Gleba na lessie ilastym	70	5	—	—	10	0,002824	1,877	3,181	1,838	6,362	33,42	44,90
		12	31,40	89,07	13	0,002172	1,402	3,062	1,769	6,124	35,25	45,35
		25	—	—	35	0,000807	1,306	3,201	1,734	6,002	—	—
		40	—	—	300	0,000094	1,977	5,899	3,409	11,798	—	—
		125	—	77,92	180	0,000157	2,366	5,243	3,030	10,486	18,72	33,00
		188	—	77,92	270	0,000104	2,366	5,243	3,030	10,486	18,53	32,75
Gleba na lessie piaszczystym	2	4	13,05	55,24	19	0,001486	1,012	3,927	2,269	7,854	23,62	33,65
		70	11,97	52,80	40	0,000700	1,188	4,012	2,319	8,024	22,67	37,80
		150	13,06	48,35	5	0,005649	0,950	2,308	1,334	4,616	27,01	41,35
		306	15,38	54,40	4	0,007062	0,912	2,217	1,271	4,434	28,27	44,20



Wykres 6. Przepuszczalność gleb powstałych na różnych odmianach lessu.

Tab. XVI

Porowatość i kwasowość gleb lessowych
Porosity and acidity of loess soils

Gleba	Nr profilu glebowego	Głębokość z jakiej pobrano próbki lessu cm	Ciężar właściwy rzeczywisty	Ciężar właściwy pozorny obojętnościowy	Ogólna porowatość Po %	Pojemność powietrza Pp %	Próchnica oznaczona metodą Knoppa %	Odczyn gleby pH w H_2O	Odczyn gleby pH w roztworze ln/KCl	$CaCO_3$ %
Gleba na lessie typowym	21	5	2,612	1,332	49,00	20,25	1,0352	6,3	5,2	—
		40	2,608	1,303	50,08	17,22	—	4,9	4,5	—
		70	2,663	1,257	52,79	17,99	—	6,4	6,3	—
		105	2,741	1,398	48,99	18,36	—	7,4	7,4	15,920
		270	2,732	1,576	42,32	19,81	—	7,1	7,1	—
		390	2,680	1,701	36,53	—	—	7,2	7,2	17,064
Gleba na lessie ilastym	70	4	2,621	1,440	45,07	11,65	3,3069	6,1	—	—
		12	2,623	1,286	50,97	14,32	1,4918	5,4	4,6	—
		25	2,631	1,777	32,47	—	—	5,4	4,4	—
		40	2,632	1,678	36,26	—	—	5,8	5,2	—
		125	2,641	1,758	33,43	14,71	—	6,5	6,2	0,109
		188	2,641	1,767	33,10	14,57	—	—	—	—
Gleba na lessie piaszczystym	42	4	2,638	1,424	46,01	12,39	1,6391	5,9	5,4	—
		70	2,652	1,667	37,14	15,47	—	6,2	5,8	—
		150	2,682	1,530	42,96	15,95	—	7,6	—	—
		305	2,684	1,563	41,77	13,50	—	7,6	—	18,012

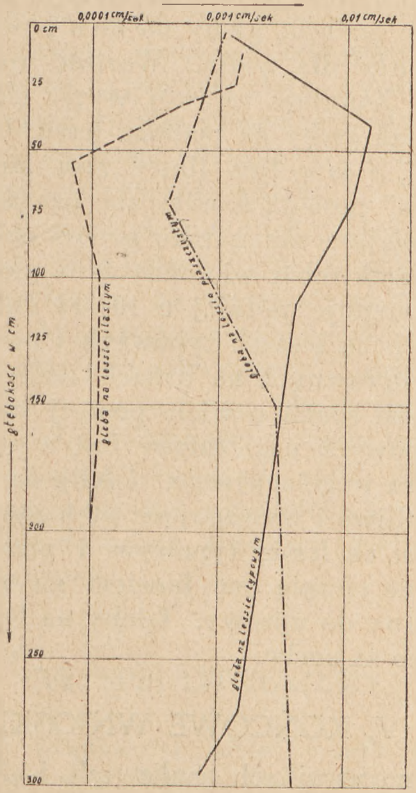
125—450 cm Pokład lessu piaszczystego. Barwa paliowa. Kongrecje wapienne w postaci „laleczek' i pseudogrzybni" — Łupliwość w pionowe słupy.

450—500 m Less nieco ciemniejszy z plamkami żelazowymi.

Burzenie z HCl występuje na głębokości 125 cm.

Opisana gleba jest szarą glinką na lessie piaszczystym.

Z przytoczonych opisów profili glebowych widać wyraźnie jaki znaczny wpływ wywarło podłoże na charakter gleby. Gleba na



Wykres 7. Zasobność gleb nalesowych w części spławialne <0·01 m/m

lessie ilastym posiada wyraźne cechy zbielicowania, gdy natomiast profile gleb na podłożu lessu normalnego i piaszczystego są jedynie zdegradowane.

Jeszcze jaskrawiej uwypuklają się różnice pomiędzy glebami po zbadanu ich własności fizycznych. Z załączonych tablic (XIV—XVI) i wykresów (6 i 7) widzimy, że najlepsze własności posiadają gleby na lessie typowym, a najgorsze gleby powstałe na lessie ilastym. Za-

równo skład mechaniczny jak i przepuszczalność poszczególnych poziomów glebowych są tak charakterystyczne, iż nie wymagają interpretacji (tab. XIV i XV).

Podobnie własności przestrzenne i wodne są całkiem odmienne u gleb na lessie ilastym, aniżeli na lessie typowym (tab. XV i XVI).

Na skutek gorszej przepuszczalności gleb powstałych na lessie ilastym, woda zatrzymuje się na powierzchni tych gleb dłużej, rozkład materii organicznej postępuje wolniej, co umożliwia nagromadzenie się większej ilości próchnicy (tab. XVI).

Z tego co zostało powiedziane o glebach jasno wynika, że w zależności od odmiany podłoża, gleby na nich powstałe będą stanowić niejednakowe siedlisko dla roślin. Wartość rolnicza omawianych gleb będzie różna. Znajduje to swój wyraz chociażby w miejscowych nazwach. I tak gleby na podłożu lessu ilastego są nazywane „glinami zimnymi", a sam less ilasty zwą niekiedy „podeszwą". Nazwa „glina zimna" posiada teoretyczne uzasadnienie; gdyż gleby te trudno przepuszczają wodę, bardzo powoli obsychają i wolno nagrzewają się. Początek robót wiosennych na glebach powstałych na lessach ilastych następuje później o 10—12 dni w porównaniu do gleb wykształconych na lessach typowych i piaszczystych. W lata mokre plon roślin uprawnych na lessach ilastych jest bardzo zawodny. Zbiór ziarna spada o wiele poniżej średnich plonów. Podobnie i plon okopowych uzależniony jest w wysokim stopniu od ilości opadów okresu wegetacyjnego. Gleby na lessach ilastych należy uważać za wadliwe i wymagające zabiegów melioracyjnych.

Gleby natomiast na lessie typowym i piaszczystym wykazują własności lepsze, nie cierpią one bowiem na nadmiar wilgoci, są ciepłe, czynne i łatwe do uprawy. Gleby na lessie piaszczystym są nawet czasami nieco za suche.

V. KOŃCOWE WNIOSKI

Opierając się na wynikach analiz (tab. I—XVI) oraz na terenowych spostrzeżeniach nad lessami i glebami nalessowymi północnej krawędzi Podola, dochodzimy do następujących wniosków:

1. na zbadanym terenie północnej krawędzi Podola występują złoża materiału nawianego, genetycznie lessowego,
2. skałę lessową pod względem gleboznawczym, należy podzielić na odmiany:
   - a) less typowy-normalny
   - b) less ilasty α) bezwęglanowy i β) węglanowy
   - c) less piaszczysty,

3. na kształtowanie się własności lessu ilastego decydujący wpływ wywierała woda,
4. przy charakteryzowaniu lessów należy badać własności chemiczne, fizyczne i fizyko-chemiczne, gdyż zbadanie tylko jednej grupy własności zazwyczaj nie daje pełnego obrazu charakteru lessu,
5. w czasie laboratoryjnych badań lessów zauważono, że na skutek „starzenia" się koloidów następuje zmniejszenie stanu dyspersji bezwęglanowego lessu ilastego,
6. z badań wynika, że istnieje duża zależność własności profilu glebowego od własności lessu, znajdującego się w podłożu,
7. gleby na lessie ilastym posiadają odmienne własności od gleb powstałych na lessie typowym; gleby wytworzone na lessie ilastym mają znacznie gorsze własności wodne i przestrzenne od gleb powstałych na lessie normalnym, a wartość rolnicza gleb na lessie ilastym jest znacznie niższa,
8. własności lessów, jak i gleb na nich zalegających, trzeba ujmować w konkretne dane liczbowe, celem uniknięcia subiektywnej oceny opartej wyłącznie na obserwacjach badacza,
9. przy badaniu i charakteryzowaniu lessów najcenniejsze usługi oddaje znajomość przepuszczalności, składu mechanicznego, własności wodnych, porowatości, plastyczności, zdolności sorbcyjnych oraz sposobu i szybkości rozpadu lessu w wodzie,
10. niniejsza praca, poza wprowadzeniem do literatury gleboznawczej nowego pojęcia o własnościach polskich lessów daje również podstawę do oceny rolniczej, melioracyjnej i bonitacyjnej gleb lessowych.

VI. SPIS LITERATURY

1. Astapow S. W.: Łaboratornyj mietod opriedielenija wodnych swojstw poczwogruntow w cielach melioracji. Trudy Mieżnar, Asoc. Poczwowiedow. T. V. Fizika poczw w SSSR. Moskwa, 1936 g.
2. Bobko und Askinazy: Bestimmung d. Adsorbtionskapazität und des Unsättigsgrades der Böden. Zeitschrift f. Pflanzenernährung und Düngung. T. A. VI. Berlin, 1926.
3. Boege H.:Ueber den Kaolingehalt von Tonen. Chemie d. Erde. B. III.
4. Cernescu: Kationenumtausch u. Struktur. Bukarest, 1933 J.
5. Dobrzański B.: Opracowanie gleb pow. Brzozów i Rzeszów. Rękopis.
6. Dobrzański B.: Gospodarka wodna w szarej glince nalessowej. Roczniki Gleboznawcze. T. 1. Warszawa, 1939 (cały nakład spalony w Warszawie w IX. 1939).

7. Filipowa W. J.: Srawnitielnoje izsledownije razlicznych mietodow podgotowki poczw k miechaniczeskomu analizu. Trudy Leningradzkoj Łaboratorii Nr 14. Leningrad, 1935 g.
8. Gedroiz K. K.: Chemische Bodenanalise. Berlin. 1926 J.
9. Grahmann K.: Ueber Herkunft u. Entstehung des Lesses in Mitteleuropa. Büll. Inform. 1932 J.
10. Górski M., Jankowska: Skład chemiczny i mechaniczny dwóch profilów gleb lessowych. Rocz. Nauk. Rol. i Leś. Poznań, 1932.
11. Gurski H.: O metodyce badania struktury roli. Rocz. Nauk Rol. i Leś. Poznań, 1924 r.
12. Janert H.: Neue Methoden zur Bestimmung der wichtigsten physikalischen Grundkonstanten des Bodens. Landwirt. Jahrbücher. B./66. H. 33. Berlin, 1927.
13. Kaczynskij J. A.: O włażnosti poczw i mietodach jejo izuczeńja. Moskwa— Leningrad, 1930 g.
14. Kaczynskij J. A.: Izuczenije fiziczeskich swojstw poczwy i korniewych sistiem rastienij. Moskwa, 1930 g.
15. Kaczynskij J. A.: Opyt agromieliorativnoj charaktieristiki poczw. Czast pierwaja. Moskwa, 1934 g.
16. Krczil Fr.: Untersuchung und Bewertung technischer Adsorbtionsstoffe Chemie der Erde. B. III.
17. Linck G.: Ueber den mineralogischen Bestand der Tone. Chemie d. Erde B. III.
18. Łomnicki M.: Powstawanie krawędzi północnej płaskowyżu podolskiego Kosmow A., Lwów, 1894 r.
19. Łomnicki M.: Atlas Geologiczny Galicji. Wyd. Ak. Umiejętności. Kraków 1904 r.
20. Łoziński W.: Mapa gleb Województwa Tarnopolskiego. P. A. U. Nr 9. Kraków, 1933.
21. Łoziński W.: Gleby leśne podgórza Wschodnich Karpat. P. A. U. Prace Roln.-Leś. Nr 12. Kraków, 1934.
22. Maksimow A.: Nowa metoda badań glebowych dla celów melioracyjnych. Inżynieria Rolna Nr 4. Warszawa, 1934 r.
23. Mieczyński T.: Spostrzeżenia nad utworami warstwowymi w pokładach lessów. Pam. Państw. Inst. N. G. W. T. 6. Puławy, 1925.
24. Miklaszewski St.: Rozpoznawanie gleb w polu na ziemiach polskich. Warszawa, 1935 r
25. Miklaszewski Sł.: Mapa gleb Polski. Warszawa, 1927 r.
26. Miklaszewski Sł.: Gleby Polski. Warszawa, 1930 r.
27. Musierowicz A., Wondrausch A., Dobrzański B.: Mapa gleb północno-wschodniej części powiatu złoczowskiego (skala 1 : 25 000). Rękopis.
28. Musierowicz A., Wondrausch A.: Redziny północnej krawędzi Podola. Kosmos A. T. LXI. Z. 1. Lwów, 1936.
29. Musierowicz A.: Studia nad glebami połoninowymi pasma gór Baba Ludowa. Rocz. Nauk Rol. i Leś. T. 46. Poznań, 1939 r.
30. Musierowicz A, Sobieszczańska J.: Badania nad kompleksem adsorbcyjnym gleb połoninowych pasma gór Baby Ludowej (Karpaty Wschodnie). Roczniki Gleboznawcze. T. I. Warszawa, 1939 r.
31. Musierowicz A., Haupt B.: Badania gleboznawcze terenów Szutromieńce. Kosmos A. Tom LX. Z. 1. Lwów, 1935 r.

32. Musierowicz A.: Kwasowość gleb. Uprawa roślin i nawożenie. Z. III. Poznań. 1939 r.
33. Musierowicz A.: Badania terenowe i laboratoryjne gleby pola przeznaczonego pod stację doświadczalno-drenarską we Frederowie. Rocz. Nauk Rol. i Leś. T. XXV. Poznań. 1932 r.
34. Nieustrujew C.: Poczwienno - gieograficzeskij oczerk czinkiewskowo ujezda. Stiep Darinskoj Obłasti. Trudy pócz.-bot. eksp. po izsl. koloniz. raj. Azjaticzeskoj Rasii. Pietrograd, 1910 g.
35. Nordenskjöld O.: Einige Züge der phisischen Geographie u. der Entwicklungsgeschichte Süd-Grönlands. Geogr. Zeitschrift. Leipzig, 1935 J.
36. Obruczew W. A.: K woprosu o proischożdienii lessa. Tomsk, 1911 g.
37. Ostromecki J.: O niektórych związkach funkcjonalnych między fizykalnymi własnościami torfu i torfowiska. Roczniki Łąka i Torfowisko. Warszawa — Sarny, 1936 r.
38. Richthofen F.: Reisen und darauf gegründeten Studien. China. B. I. Berlin. 1877 J.
39. Roniewicz Wł.: Wpływ drenowania na rozkład wilgoci w gruncie. P. II. Zakł. Bud. Wodn. P. L. Lwów, 1933 r.
40. Roniewicz Wł.: Metody badań własności fizycznych gruntu dla celów drenarskich. P. II. Zakł. Bud. Wodn. P. L. Lwów, 1934 r.
41. Rozow L. P.: Meliorativnoje poczwowiedienije. Moskwa. 1936 g.
42. Scheidig A.: Der Less und seine geotechnischen Eigenschaften. Dresden und Leipzig, 1934 J.
43. Skotnicki G.: Nauka melioracji. Lwów-Warszawa, 1925 r.
44. Terzaghi K.: Erdbaumechanik auf bodenphisikalischer Grundlage. Leipzig und Wien. 1925 J.
45. Tokarski A.: Szkic zdjęcia geologicznego obszaru położonego pomiędzy Złoczowem, Sasowem, Kołtowem a Płuhowem. Rękopis.
46. Tokarski J.: Fizjografia lessu podolskiego oraz zagadnienie jego stratygrafii. Nakł. Polsk. Akad. Umiejęt. Kraków, 1936 r.
47. Tokarski J.: Ueber den eolischen Lehm aus der Umgebung von Sokal
48. Tokarski J.: Studien über den podolischen Less. Petrographische Analyse eines Lessprofiles aus Grzybowice b. Lwów, 1935.
49. Tokarski J.: Less okolic Mitulina i Tredowacza w okolicy Gołogór na Podolu. Kosmos A. r. LXI. z. 1. Lwów, 1936.
50. Trnka R: Die Physikalischen Eigenschaften des Bodens. Praga. 1909.
51. Tutkowskij P.: Posletrieticznyje oziera w siewiernoj polosie wołynskoj gubernii. Trudy Izsledowatielej Wołoni. T. X. Żitomir, 1912.
52. Tutkowskij P.: O lessie łuckowo ujezda. Zapiski kijewskowo Obszczestwa Jestiestwoispytatielej. T. XVI. Kijew. 1900 g.
53. Uprawa roli i nawożenie. Z. II. Poznań, 1935 r.
54. Vageler P:. Der Kationen und Wasserhaushalt des Mineralbodens. 1938.
55. Wiegner G.: Anleitung zum Quantitativen agrikulturchemischen Praktikum. Berlin, 1926 J.
56. Zacharow S. A.: Izuczienije wodopronicajemości poczw w pole pri pomoczi dożdziewanja. Trud. Sow. Sek. Mież. Asoc. Poczw. T. V. Fizika poczw. w S. S. S. R. Moskwa, 1936 g.
57. Żółciński J., Haupt B., Musierowicz A., Nowak B. i Wondrausch A.: Badania gleboznawcze i przyrodnicze terenów Zagrobela pod Tarnopolem. Dośw. Roln. T. VII. Warszawa, 1931 r.

VII. SUMMARY

Bohdan Dobrzański

Pedological investigations of loess on the northern margin of Podolia

The present paper comprises a review of European literature on loess as well as the writer's own investigations on loess and loess soisl of the northern margin of Podolia.

The investigation of loess was based on field and laboratory work. The former consisted in examining the morphology of over hundred profiles of loess deposits. Several samples of loess collected during field work were analysed in the laboratory as to their physical, chemical and physico-chemical properties.

On the ground of field investigations and results of laboratory analysis (shown in plates I—XVI) the following loess varieties were distinguished:

I typical loess — normal
II sandy loess
III loamy loess:
a) lomay non-carbonate
b) loamy carbonate

The differentiation of loess into the above mentioned varieties is due to differences in accumulation processes of loess deposits and water activity.

The mentioned varieties of loess exhibit differences in physical, chemical and absorptive properties. Particularly loamy loess has much worse physical properties than typical and sandy loess. Typical loess contains 25% — 32% particles which are less than 0,01 mm in diameter,these comprising 12% of colloidal fraction. Loamy loess contains 36% — 40% particles less than 0,01 mm in diameter which comprise 15% — 20% of colloidal fraction. Sandy loess on the contrary, possesses over 20% particles less than 0,01 mm in diameter, these containing 6% — 11% coloidal fraction.

The various properties of the distinguished loess rocks influence the soils which originate on them in a characteristic way. Soils formed on normal typical loess may be reckoned among grey clayey loess or loess soils slightly degraded. Similar soils are formed on sandy loess but they are of a more sandy character, whereas loam loess produces podzolized soils. The latter are cold and are charactrized by a slight permeability.

The agricultural value of loess soils formed on different subsoils varies considerably and may be described as follows: best soils occur on typical loes, they are somewhat worse on sandy loess and the worst on silt-loess.

The present paper introduces a new idea of the non-uniformity of loess rocks and indicates methods which enable to detect the characteristics of different loess varieties. Moreover, it gives abundant material which is the ground for maintaining that different soils vaI rying as to their properties and utilisation value may be produced on loess sub-soil. The above described material is a basis for agricultural valuation of loess-soils.

VIII. WYKAZ PROFILI LESSOWYCH

Nazwa miejscowości	Nr profilu	Wysok. n. p. m.	Nazwa miejscowości	Nr profilu	Wysok. n. p. m.
Batków	57	340 m.	Łuka	125	400 m.
Chmielowa	3	414 „		127	380 „
	4	360 „	Łukawiec	58	360 „
	5	380 „		59	360 „
	6	400 „	Nuszcze	29	400 „
Derewianka	51	400 „		30	380 „
Dzwoniec	79	410 „		60	400 „
	80	420 „		61	380 „
	81	420 „		62	400 „
Grzesie	13	300 „	Perepelniki	52	360 „
	14	260 „		53	380 „
Harbuzów	55	380 „	Pieniaki	48	360 „
	56	380 „	Podhorce	78	400 „
	100	390 „		77	390 „
	101	385 „	Popielnia	252	310 „
Hucisko Oleskie	22	350 „		26	350 „
	82	380 „	Obertasowa	106	350 „
	83	380 „		107	370 „
	84	400 „		108	420 „
	86	410 „		109	420 „
Huta Werchobuzka	70	415 „		110	390 „
	71	410 „	Opaki	7	300 „
Jasionów	74	380 „		8	300 „
	75	380 „		9	370 „
Iwaczów	63	370 „		10	400 „
	64	360 „		69	380 „
	65	360 „	Rębane	46	400 „
	92	400 „		47	400 „

Nazwa miejscowości	Nr profilu	Wysok. n. p. m.	Nazwa miejscowości	Nr profilu	Wysok. n. p. m.
Średnia Buda	27	400 m.	Kadłubiska	76	290 m.
	28	410 „	Kaźmierzówka	67	390 „
	87	410 „		93	390 „
	88	300 „		94	380 „
	89	300 „	Kopanie	117	410 „
Trościaniec Mały	90	400 „	Kopcowa Góra	128	400 „
	91	370 „	Kołtów Greckie	20	290 „
	111	400 „		21	300 „
	112	400 „		49	300 „
	113	390 „	Kołtów	19	300 „
	121	390 „		23	300 „
	122	390 „		24	300 „
	123	340 „		31	300 „
Werchubuż	15	350 „		50	280 „
	16	370 „		102	280 „
	17	340 „		103	300 „
	43	310 „		104	310 „
	44	380 „	Majdan	72	390 „
	45	400 „		73	410 „
Wołczkowce	66	380 „		129	400 „
Zborów-Młynowce	97	350 „	Monastyrek	32	410 „
	33	345 „		114	410 „
Złoczów	98	300 „		115	410 „
	34	300 „		116	410 „
Zawidowice	99	—		118	410 „
Grzybowice (Michałowszczyzna)	37	356 „		119	410 „
	38	356 „		120	410 „
	39	357 „	Łuka	42	320 „
	40	357 „		60	400 „
	41	357 „		124	390 „